

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1939

THÈSE

N°

1481

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Maurice PINEAU

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Né le 7 Août 1912, à NANTES (Loire-Inférieure)

Contribution à l'étude
DES ARSINES

Président : M. Léon BINET, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Maurice PINEAU

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Né le 7 Août 1912, à NANTES (Loire-Inférieure)

Contribution à l'étude DES ARSINES

Président : M. Léon BINET, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

I. — Professeurs

Anatomie.	MM.
Physiologie	ROUVIERE.
Physique médicale.	Léon BINET.
Chimie médicale.	STROHL.
Bactériologie.	POLONOVSKI.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	Robert DEBRE.
Pathologie et thérapeutique générales	BRUMPT.
Pathologie médicale.	BAUDOUIN.
	PASTEUR-VAL-
	LERY-RADOT.
Pathologie chirurgicale.	MONDOR.
Anatomie pathologique.	LEROUX.
Histologie.	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.	TIFFENEAU.
Thérapeutique.	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LEVY VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée.	Henri BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	CHIRAY.
Clinique médicale.	ABRAMI.
	FIESSINGER.
	LOEPER.
	RATHERY.
Hygiène et clinique de la première enfance.	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	LAIGNEL.
	LAVASTINE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale.	GOSSET.
	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	VELTER.
Clinique urologique.	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements.	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
Clinique gynécologique.	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	HARVIER.
Clinique oto-rhino-laryngologique.	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.	VILLARET.
Clinique de la Tuberculose	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie.	Clovis VINCENT.
Assistance médico-sociale.	N...
	HAZARD.
Professeurs sans chaire.	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIE.
	VERNE.



II. — Agrégés en exercice

MM.	MM.
AMELINE Pathologie chirurgicale.	DEGREZ (H.).. Physique.
BARIETY Pathologie médicale.	DESOLLE Médecine légale.
BERNARD Et.. Pathologie médicale.	DIGONNET Obstétrique.
BESANÇON (J.) Hydrologie.	DOGNON Physique.
BONNET Bactériologie.	FEVRE Pathologie chirurgicale.
BOULANGER ... Chimie.	FUNK.....
BOULIN Pathologie médicale.	BRENTANO.. Pathologie chirurgicale.
BROUET Pathologie médicale.	GALLIARD) ... Parasitologie.
BULLIARD) ... Histologie.	GARCIN Pathologie médicale.
CACHERA Pathologie médicale.	Mlle GAUTHIER.
CORDIER Anatomie.	VILLARS.. Anatomie pathologique.
COSTE Pathologie médicale.	GAYET Physiologie.
COUVELAIRE (H.) Urologie.	DE GENNES Pathologie médicale.
DELARUE Anatomie pathologique.	GIROUD Histologie.
DELAY Pathologie médicale.	HAGUENAU ... Pathologie médicale.

MM.	
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
JOANNON	Hygiène.
LACOMME	Obstétrique.
LANTUEJOUL ..	Obstétrique.
LAVIER	Parasitologie.
LELONG	Pathologie médicale.
LEMAIRE	Pathologie expérimentale
LENEGRE	Pathologie médicale.
LEVY (M ^{re} J.)..	Pharmacologie.
MARCHAL	Pathologie médicale.
MENEGAUX	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET	Pathologie médicale.

MM.	
MOUQUIN	Pathologie médicale.
PATEL	Pathologie chirurgicale.
PETIT	
DUTAILLIS	Pathologie chirurgicale.
RENARD	Ophthalmologie.
RICHET	Physiologie.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale.
SICARD	Pathologie chirurgicale.
SOULIE	Pathologie médicale.
SUREAU	Obstétrique.
TURPIN	Pathologie médicale.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY- BERT	Physiologie.
GUENIOT	Obstétrique.

MM.	
HEITZ-BOYER ..	Pathologie chirurgicale.
LARDENNOIS ..	Pathologie chirurgicale.
LE LORIER	Obstétrique.
NEVEU- THIVET	Parasitologie.
VAUDESCAL	Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.
BRULE	
CATHALA	
CHABROL	
CHEVALLIER..	
DONZELOT	
DUVOIR	
GASTINEL	
HUGUENIN	
LAROCHE (G.).	
LIAN	
MOREAU	
PIEDELIEVRE.	
SEZARY	

MM.	
BASSET	} Clinique chirurgicale.
BROCQ	
CADENAT	
GATELIER	
DE GAUDART- D'ALLAINES.	
LEVEUF	
MOULONGUET.	
MOURE	
QUENU	
ECALLE	} Clinique obstétricale.
METZGER	
PORTES	
VIGNES	

V. — Chargés de cours

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEILL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

En témoignage de ma reconnaissance et de ma profonde affection.

A MADEMOISELLE N. BOOTZ

Respectueux hommage.

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LÉON BINET

*Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris
Médecin de l'Hôpital Necker
Officier de la Légion d'Honneur*

Qui m'a fait l'honneur d'accepter
la présidence de cette thèse.
Hommage respectueux.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ

ETIENNE CHABROL

Professeur Agrégé

à la Faculté de Médecine de Paris

Médecin de l'Hôpital St-Antoine

Chevalier de la Légion d'Honneur

Dont les leçons ont si largement
contribué à mon érudition médi-
cale.

Qu'il veuille bien trouver ici l'ex-
pression de toute ma gratitude.

A MES MAÎTRES DANS LES HOPITAUX

- 1934-1935 MONSIEUR LE PROFESSEUR CUNEO
MONSIEUR LE DOCTEUR AMEUILLE
- 1935-1936 M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CATHALA
- 1936-1937 M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CHABROL
- 1937-1938 MONSIEUR LE PROFESSEUR DEBRE
MONSIEUR LE PROFESSEUR LEVY-SOLAL
- 1938-1939 MONSIEUR LE DOCTEUR WEISSENBACH

Il n'est plus possible, aujourd'hui, de méconnaître le rôle considérable que peut jouer l'arme chimique dans la guerre moderne.

Aux gaz de combat déjà connus et expérimentés au cours de la guerre 1914-1918, sont venus s'ajouter d'autres toxiques plus agressifs encore.

Au premier rang d'entre eux, figurent les composés à base d'arsenic : on les désigne sous le nom d'arsines.

Si quelques-unes ont déjà été lancées dans la guerre chimique, l'étude de ces composés a été complétée et précisée, après l'armistice de 1918.

Au cours de ces dernières années, toute la série des arsines a été étudiée, chimiquement et expérimentalement, tant en France qu'à l'étranger.

Les hostilités présentes viennent malheureusement de leur donner un regain d'activité.

Je me suis proposé de grouper dans cet ouvrage, les résultats des travaux qui ont été effectués, jusqu'à ce jour, dans le domaine des arsines. Il semble que cette catégorie de gaz toxiques soit appelée à jouer un rôle de premier plan dans une guerre chimique éventuelle.

HISTORIQUE

C'est à la fin de l'été 1917 que les composés à base d'arsenic furent introduits dans la guerre chimique. Ces toxiques étaient doués de nouvelles propriétés : ils avaient le pouvoir, inconnu jusqu'alors, d'irriter les voies respiratoires.

La diphénylchlorarsine fut ainsi utilisée, pour la première fois, par les Allemands, à Cuisy (Aisne), le 2 septembre 1917. Ce gaz était répandu à l'aide d'obus portant une croix bleue, d'où le nom de « gaz croix bleue » qu'on donna par la suite aux composés de cette catégorie.

L'emploi de ce nouveau toxique jeta un véritable désarroi parmi les Alliés. Ce produit, une fois répandu dans l'atmosphère, pénétrait tous les masques en usage et déterminait de sérieux effets irritants : sensation de brûlures dans la gorge, éternuements incoercibles, nausées, vomissements.

Le gazé était obligé de retirer son masque et, dès les premières bouffées d'arsines, il était mis hors de combat. On en conclut que ces effets étaient causés par de fines particules traversant le respirateur. Un examen microscopique attentif permit rapidement de mettre en évidence l'existence de ces poussières. Sans

tarder, il fallut se protéger contre ce nouveau gaz en adaptant sur le masque un filtre spécial formé de fils de coton. Son efficacité ne fut, d'ailleurs, que très relative.

Tout l'arsenic disponible en Allemagne fut bientôt utilisé pour la préparation de ces arsines. 600 tonnes d'arsenic étaient employées par mois. La fabrication mensuelle atteignait 1.000.000 d'obus.

Cependant, au début tout au moins, ces projectiles ne produisirent pas le maximum d'effets attendus. Les Allemands avaient prévu que toutes les particules composant la fumée toxique étaient susceptibles de traverser les respirateurs établis contre les gaz. En fait, seules, les particules d'un diamètre inférieur à un dix-millième de millimètre pouvaient pénétrer les masques. Les chimistes éprouvèrent alors les plus grandes difficultés à réaliser ce degré de pulvérisation, sans décomposer la substance.

Quelques mois plus tard, d'autres arsines vinrent compléter l'arsenal chimique des Allemands. Après la diphenylchlorarsine qu'ils appelaient Clark I, la diphenylcyanarsine ou Clark II fut expérimentée. Elle possédait les mêmes propriétés irritantes, mais son action était plus prolongée.

En mars 1918, trois nouvelles arsines étaient lancées dans la guerre chimique. Leurs propriétés étaient plus agressives que les précédentes, car, non seulement elles irritaient les voies respiratoires, mais encore elles attaquaient les téguments et les muqueuses.

L'éthyldichlorarsine, l'éthyldibromarsine, la phé-

nyldichlorarsine furent ainsi utilisées au moulin de Laffaux. Ces gaz étaient répandus à l'aide d'obus portant une croix jaune.

En vérité, leur utilisation ne fut que passagère. Parmi les composés arsénicaux qui ont subi l'épreuve du combat, on doit retenir avant tout la diphénylchlorarsine.

Presque tout l'arsenic allemand fut consacré à la préparation de ce gaz. Il n'est pas sans intérêt de rappeler les différentes phases de cette fabrication. La préparation comprenait quatre phases :

1° Préparation de l'acide phénylarsénique.

2° Transformation de ce produit en oxyde de phénylarsine.

3° Transformation de cet oxyde en acide diphénylarsénique.

4° Transformation de ce dernier produit en diphénylchlorarsine.

Ces différents traitements de l'arsenic étaient exécutés dans des usines de fabrication de matières colorantes. La mobilisation chimique d'un énorme atelier de colorants constitue, en effet, une opération pratiquement invisible.

C'est ainsi que la préparation de l'acide phénylarsénique avait lieu à Ludwigshafen, dans un hangar qu'on n'eût même pas à modifier. Tout se passait comme si on procédait à la préparation d'un nouveau colorant azotique. C'est également à Ludwigshafen qu'avait lieu la conversion en acide diphénylarsénique.

La dernière opération, c'est-à-dire la préparation de la diphénylchlorarsine était exécutée à Höchst, dans les mêmes conditions.

Il n'est pas besoin de rappeler, aujourd'hui, que les moyens chimiques de guerre des Allemands étaient infiniment supérieurs à ceux des Alliés. Nous avons sur eux un retard considérable dans ce domaine.

Depuis la guerre de 1914-1918, nos recherches sur les gaz de combat ont été activement poussées.

Au moment même de l'armistice, deux nouvelles arsines étaient déjà découvertes : il s'agit de l'adam-site et de la léwisite. Les recherches expérimentales auxquelles elles ont donné lieu permettent de les tenir comme de redoutables gaz de combat.

Depuis quelques années, d'autres arsines vésicantes ont encore été étudiées.

Nous devons sans relâche continuer nos recherches. Aucun pays n'a complètement renoncé à l'emploi des gaz toxiques. Nous ne pouvons y renoncer nous-mêmes. Les événements de ces dernières années nous ont montré comment certains peuples savaient mépriser leurs engagements les plus solennels.

« ...Le véritable danger pour une nation serait de s'endormir, confiante en des conventions internationales, pour se réveiller sans protection, devant une arme nouvelle. » (Rapport de la Commission de désarmement à la Société des Nations.)

CLASSIFICATION DES ARSINES ET NOTIONS SUR LEUR COMPOSITION CHIMIQUE

Bien qu'il soit arbitraire de classer les arsines d'après leur mode d'action, il est cependant classique de les diviser en deux grands groupes :

1. — Les arsines irritantes.

(Gaz Croix-Bleue des Allemands.)

Elles appartiennent à la série aromatique des arsines. Leur action majeure est d'irriter les muqueuses des voies respiratoires. C'est à ce groupe que se rattache :

la diphénylchlorarsine :



la diphénylcyanarsine :



l'aminodiphénylchlorarsine ou adamsite :



Les deux premières furent pratiquement les seules arsines utilisées par les Allemands, pendant la guerre de 1914-1918. Elles étaient lancées à l'aide d'obus por-

tant une croix bleue. Les Allemands marquaient, en effet, sur leurs projectiles toxiques, une croix de couleur différente pour chaque catégorie de gaz. Cette distinction subsiste encore et les ouvrages sur les toxiques de guerre l'ont adopté.

L'adamsite n'a pas subi l'épreuve du combat. Elle doit son nom à son inventeur, le chimiste Adams, qui en fit la découverte en 1918.

Nous étudierons plus loin les propriétés de ces différents toxiques.

2. — Les arsines vésicantes.

Elles appartiennent à la série grasse des arsines.

Ce sont des toxiques redoutables, du fait de leur causticité. Ces arsines sont remarquables par leur rapidité d'agression et l'étendue des lésions qu'elles causent.

Elles sont, à la fois, irritantes, suffocantes et vésicantes, entraînant dans un bref délai des lésions graves de la peau et des muqueuses.

Le type de ces arsines est le lewisite, ou, chlorovinyl-dichlorarsine : $\text{ClCH} = \text{CH} - \text{As} = \text{Cl}_2$.

Comme l'adamsite, elle n'a pas été lancée dans la guerre chimique. Mais ses propriétés et son mode d'action sont, aujourd'hui, nettement définis. Ce corps fut étudié, en Amérique, en 1918, par Léwis. L'armistice étant survenue, son étude a été poursuivie dans les laboratoires.

Parmi les autres arsines vésicantes, citons encore :

l'éthyldichlorarsine : $C_2 H_5 - As = Cl_2$.

l'éthyldibromarsine : $C_2 H_5 - As = Br_2$,

la phényldichlorarsine : $C_6 H_5 - As = Cl_2$,

la méthyldichlorarsine : $C H_3 - As = Cl_2$.

L'éthyldichlorarsine, encore appelée par les Allemands : Dick; Grünkreuz 3, fut utilisée à la fin de la guerre. Mais on peut dire que ce n'est qu'après l'armistice, que l'arsenal Z s'est enrichi de nouveaux composés arsénicaux très actifs.

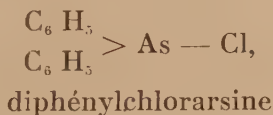
Ces composés appartiennent presque tous aux arsines vésicantes et paraissent capables de jouer un rôle militaire de premier ordre, dans une guerre chimique éventuelle.

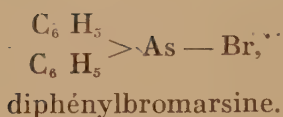
Notions chimiques.

Si ces deux catégories d'arsines s'opposent par leur action sur l'organisme, elles présentent aussi une constitution chimique bien différente.

LES ARSINES IRRITANTES sont des composés de l'arsenic trivalent dans lesquels l'atome d'arsenic est relié par une valeur à un halogène ou à un groupement monovalent, et par les deux autres valences, à deux atomes de carbone de deux radicaux carbonés.

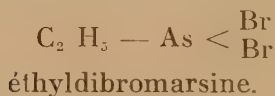
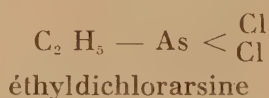
Exemple :





LES ARSINES VÉSICANTES, au contraire, sont des composés de l'arsenic trivalent dans lesquels l'atome d'arsenic est relié par une valeur au carbone d'un radical organique et par les deux autres valences à deux halogènes.

Exemple :



On ne saurait trop insister sur l'importance de cette différence de constitution chimique, car c'est elle surtout qui permet de diviser les arsines en deux catégories.

Nous verrons, en effet, à l'étude clinique de ces gaz, le rôle considérable que joue la concentration du toxique dans les lésions qu'il entraîne.

MECANISME DE L'INTOXICATION

Avant d'envisager l'étude clinique et l'évolution des lésions causées par les arsines, nous essaierons d'abord de préciser par quel mécanisme agit le toxique. Nous nous efforcerons ensuite de montrer la relation étroite qui existe entre la constitution chimique du gaz et son mode d'action sur l'organisme.

Dans toute intoxication, deux éléments essentiels sont en présence : l'organisme, d'une part, le toxique de l'autre.

L'organisme.

On peut considérer l'organisme comme formé d'une infinité de cellules vivantes dont la morphologie et la fonction varient d'un tissu à l'autre. L'action exercée par un corps chimique sur un organisme ainsi défini peut donc être considérée comme la somme des actions primaires effectuées sur les cellules qui le constituent. Cette action sera spécifique si elle s'adresse à un type cellulaire différencié. Elle sera générale si elle atteint toutes les organisations tissulaires.

Néanmoins, dans les deux cas, la cellule vivante, quelle que soit sa morphologie, aura été atteinte.

Cette cellule, à laquelle va s'attaquer le toxique, est, en général, formée de trois éléments : le noyau qui est l'organe de reproduction, le protoplasma et la membrane.

Le protoplasma est une masse colloïdale dont les granulations baignent dans un liquide complexe. Chimiquement, il représente, en effet, une combinaison d'albumines, de lipides, de glucides, de sels minéraux et d'eau. Dans l'ensemble, il réalise une sorte de gel colloïdal aqueux.

La membrane qui entoure le protoplasma, est, au contraire, formée essentiellement de lipoïdes, substances qui possèdent les propriétés des graisses.

La cellule vivante réunit donc deux groupes d'éléments bien différents : les uns solubles dans l'eau ; les autres solubles dans les graisses.

Le toxique.

Envisageons maintenant l'action du toxique sur la cellule vivante ainsi décrite.

Mais tout d'abord, qu'est-ce qu'un toxique ? On peut désigner sous ce nom toute substance capable de troubler la vie des éléments anatomiques en modifiant directement ou indirectement le milieu qui les contient.

Les toxiques qui nous intéressent dans cet ouvrage, sont des dérivés de l'arsenic. Nul n'ignore les propriétés toxigènes de l'arsenic. Mais si l'on adjoint à ce corps de la chimie minérale un groupement ou radi-

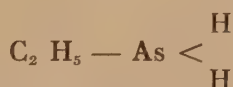
cal bien défini, on obtient un composé doué de nouvelles propriétés physiques, chimiques et physiologiques.

C'est ainsi qu'en 1760, Cadet de Gassicourt réalisa sa liqueur fumante qui représentait la première combinaison organique d'un élément minéral, en l'occurrence l'arsenic. Ainsi était obtenu le premier *composé organo-minéral*.

En partant de l'arsenic, on a pu obtenir d'autres composés organo-minéraux, telles la méthylarsine :



l'éthylarsine :



Tous ces corps sont peu solubles ou insolubles dans l'eau. Ils ne peuvent donc pas s'hydrolyser. Ils ne sont pas ionisables.

Mais ils ont acquis une propriété capitale que l'élément arsenical ne possédait pas : ils peuvent se dissoudre dans les graisses. Ainsi, le composé pourra traverser la membrane cellulaire, riche en graisse et pénétrer à l'intérieur du protoplasma.

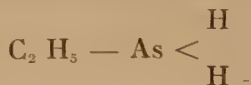
Le protoplasma étant un milieu essentiellement aqueux, le composé organo-minéral ne pourra donc pas se dissocier en ions et libérer l'élément minéral actif.

On conçoit alors toute l'importance de remanier ce corps organo-minéral.

Pour atteindre ce but, on va adjoindre un ou plusieurs halogènes (Cl; Br) au composé organo-minéral.

Le problème synthétique résolu, on obtient ainsi un *composé organo-minéral halogéné* qui est à la fois soluble dans l'eau et ionisable.

Exemple : l'éthylarsine avait pour formule :



Son composé halogène, la diéthylchlorarsine, s'inscrira :



Toutes les arsines, utilisées comme toxique de guerre, sont des composés organo-minéraux halogénés. En raison de leurs nouvelles propriétés, ces composés pourront ainsi traverser la membrane grasse de la cellule et libérer à l'intérieur du protoplasma, par hydrolyse et ionisation, le minéral actif dont ils dérivent.

Du fait de leur dissociation, à l'intérieur de la cellule vivante, ils acquièrent immédiatement une toxicité considérable.

De plus, la partie organique de la molécule peut aller plus loin et, quittant la cellule cutanée ou pulmonaire, se répandre dans le sang et provoquer des troubles généraux. Par exemple, la lewisite (ou chlorovinyldichlorarsine) libère, par hydrolyse, de l'acide chlorhydrique et un acide arsénieux organique. Elle est, pour cette raison, vésicante et suffocante. Mais l'acide arsénieux est facilement absorbable et va en-

traîner à distance des troubles généraux, tels que des lésions rénales, hépatiques, etc...

Une arsine vésicante, telle que la lewisite, présentera donc deux actions : une action locale, caustique, vésicante, et une action toxique générale.

Enfin, contrairement au poison minéral pur, le composé organo-minéral n'agit que sur les tissus vivants. Si une goutte de lewisite vient au contact d'un vêtement, l'étoffe ne sera pas altérée, mais le toxique, traversant lentement le tissu, vésique, à dose très faible, la peau sous-jacente.

Nous avons vu l'extrême importance de la composition chimique du toxique dans son action sur l'organisme. Les arsines, qui sont très solubles dans les graisses, sont pratiquement insolubles dans l'eau. Certains auteurs insistent, à ce propos, sur la valeur du coefficient de partage, qui permettrait, en quelque sorte, de mesurer la puissance d'agressivité du toxique.

Par coefficient de partage, il faut entendre le rapport qui s'établit, dans un mélange de corps toxique, de graisses et d'eau, entre la concentration du toxique dans les graisses et sa concentration dans l'eau. Comme ces concentrations sont fonction de leur solubilité on peut donc définir le coefficient de partage comme le rapport qui existe entre la solubilité du toxique dans les graisses et sa solubilité dans l'eau.

Ce coefficient est d'autant plus élevé que le corps

toxique est pénétrant. Presque tous les gaz de combat obéissent à cette théorie.

Le coefficient de partage des arsines est très élevé, dépassant 200. Chimiquement on peut ainsi déduire que ces composés de l'arsenic possèdent un pouvoir de pénétration considérable à travers les tissus vivants. On peut les tenir comme des substances extrêmement caustiques.

Cette théorie se trouve vérifiée par l'étude des lésions causées par les arsines.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE DES INTOXICATIONS PAR ARSINES

Nous avons étudié dans le chapitre précédent le mécanisme de l'intoxication. Nous rechercherons maintenant quelles sont les réponses de l'organisme à l'agression toxique.

Ces réactions seront différentes selon la nature du toxique, c'est-à-dire selon qu'il s'agit d'arsines irritantes ou d'arsines vésicantes. Ces deux variétés d'arsines qui s'opposent déjà par leur constitution chimique, ont, en effet, des propriétés physiologiques bien définies.

LES ARSINES IRRITANTES, telle que la diphénylchlorarsine, agissent essentiellement sur les extrémités des nerfs sensitifs, non pas sur ceux de la peau, trop bien protégés pour être accessibles à cette variété de toxique, mais sur les terminaisons nerveuses des muqueuses respiratoires.

— La principale propriété de ces gaz est de créer une excitation des terminaisons nerveuses du rhinopharynx et des bronches, sans causer de lésions graves aux faibles concentrations.

— On rattache ces arsines au groupe des toxiques spécialisés.

— Leur action est dite réversible, car elles provoquent seulement des troubles du fonctionnement. Il n'y a pas d'altération de la structure des tissus. Dès que l'irritation cesse, la douleur décroît, disparaît avec son cortège réflexe et le nerf touché récupère ses propriétés fonctionnelles.

LES ARSINES VÉSICANTES, au contraire du type Léwisite, produisent une altération morphologique de la cellule vivante, aboutissant à sa destruction.

— Elles créent aussi bien des lésions de la peau que des muqueuses.

Les éléments touchés sont voués à la mort. Ils ne reprennent pas d'activité, même après éloignement du poison. La réparation ne peut se faire que par un processus de cicatrisation.

— Ceci explique qu'on rattache des arsines aux toxiques cellulaires.

— Leur action est dite irréversible, puisqu'elle entraîne la mort du tissu.

* *

Le champ d'action des arsines sur l'organisme étant connu, étudions maintenant la réponse des tissus à l'agression. D'une façon générale, l'on peut dire que le tissu touché va répondre par une réaction beaucoup plus importante que la lésion primitive produite par le toxique.

A. — Physiologie des intoxications par arsines irritantes,

Nous avons vu que les arsines irritantes, à la concentration du champ de bataille, étaient essentiellement des irritants respiratoires.

Ces arsines irritent avec violence et presque immédiatement (1 à 2 minutes) les voies aériennes de l'homme, depuis le nez jusqu'au poumon. Elles provoquent une sensation très douloureuse dans tout l'appareil respiratoire, en même temps qu'elles créent des troubles moteurs et sécrétoires très importants. Sur ces phénomènes, la volonté n'a aucune prise. Ils font suite immédiatement à l'excitation des nerfs sensibles.

Les auteurs s'accordent pour reconnaître deux phases dans la physiologie de cette irritation.

Il se produit, dans un premier temps, une irritation des voies aériennes supérieures, qui déclenche des éternuements, des quintes de toux répétées avec ralentissement ou même arrêt temporaire de la respiration.

En même temps, par voie réflexe, on observe un ralentissement du cœur, accompagné le plus souvent d'une élévation de la pression artérielle.

Tous ces phénomènes traduisent la défense de l'organisme contre le toxique. Le ralentissement de la respiration témoigne de la diminution des échanges respiratoires.

Dans un deuxième temps, on assiste à une irritation des voies aériennes profondes. Lorsque la bar-

rière glottique est forcée, le gaz irritant pénètre dans la trachée, les bronches et le poumon. Par irritation des nerfs pneumogastriques, il va se produire une accélération progressive des mouvements respiratoires.

Dans une intoxication par arsines irritantes, l'organisme se trouvera donc soumis à deux excitations inverses, l'une d'arrêt, l'autre d'accélération respiratoire, qui vont créer une sensation d'angoisse respiratoire très pénible.

Il est à remarquer que les animaux sont en général très peu sensibles aux sternutatoires ou aux fumigènes. Le cobaye, cependant, réagit très vivement aux arsines irritantes par une contraction bronchique qui peut entraîner la mort par asphyxie.

On ne saurait terminer cette physiologie des irritants respiratoires sans souligner leur électivité remarquable. D'ailleurs, cette électivité constitue une caractéristique importante des poisons irritants des terminaisons nerveuses sensibles. Si l'on reste dans les limites pratiques de la concentration, un toxique donné n'a, en général, qu'une seule action : spécificité d'organe. Bien souvent aussi, il n'intéresse qu'une seule espèce animale.

C'est ainsi que les lacrymogènes, qui sont pourtant des toxiques irritants, n'atteignent pas les voies respiratoires. D'autre part, seul, l'homme y est sensible. Les animaux sont nullement incommodés par ces gaz.

B. — Physiologie des intoxications par arsines Vésicantes.

Ces arsines se caractérisent par leurs propriétés caustiques. Elles attaquent avant tout les téguments et les muqueuses. Les éléments cellulaires des régions atteintes sont voués à la mort. A leur niveau on va voir s'installer progressivement une plaie creusée, atone, dont il faudra attendre la cicatrisation.

En dehors de ce pouvoir vésicant, il faut savoir qu'à partir d'une concentration donnée, ces arsines deviennent suffocantes et sont capables d'entraîner des troubles généraux graves.

On peut dire que les arsines vésicantes se comportent comme des toxiques généraux très violents. Ces substances agissent sur tous les grands appareils : système nerveux, appareil circulatoire, appareil digestif, appareil urinaire et sur le métabolisme général.

Comment va réagir l'organisme à cette intoxication ? Les faits précédents nous amènent à étudier deux réactions bien différentes.

L'une est la réponse du tissu à l'agression toxique, en quelque sorte la réaction locale.

L'autre est la réponse de l'organisme à la lésion du tissu.

A. — Réaction locale.

Dans toute attaque d'un tégument ou d'une muqueuse, par une arsine vésicante, trois éléments sont

touchés électivement : les cellules propres du tissu, les nerfs et les vaisseaux.

On va donc observer trois sortes de réactions :

1° RÉACTION CELLULAIRE.

Les cellules cutanées et pulmonaires présentent rapidement des signes d'altération plus ou moins accusés. Mais il faut insister sur une propriété capitale des arsines, tout à fait remarquable, de cette intoxication, *c'est leur pouvoir pyogène*.

Ce pouvoir pyogène se manifeste aussi bien au niveau des lésions cutanées qu'à celui du parenchyme pulmonaire.

Sur le tégument atteint, des amas denses de leucocytes apparaissent au bout de 18 à 24 heures.

La réaction du parenchyme pulmonaire à l'agression des arsines est particulièrement puissante. Très rapidement se forment de véritables blocs de leucocytes qui peuvent transformer d'assez grandes étendues du poumon en zones purulentes. C'est à ce processus pyogène, si intense et si caractéristique de l'action des arsines que Guieysse-Pélissier donne le nom de dyshyperleucytose.

Pour H. Magne et D. Cordier, l'amas leucocytaire peut arriver à représenter la moitié du poids du poumon.

Nous reviendrons, d'ailleurs, sur cette propriété importante des arsines.

2° RÉACTION NERVEUSE.

Elle est très précoce dans une intoxication par arsines et c'est là un des premiers signes différentiels entre la vésication par arsines et celle due à l'ypérite.

La vésication par ypérite s'installe insidieusement. La brûlure créée par une arsine s'accompagne, au contraire, d'une douleur précoce qui traduit l'irritation des terminaisons nerveuses des nerfs sensitifs.

En ce qui concerne le parenchyme pulmonaire, H. Hayme et D. Cordier voient deux réactions nerveuses dans le mécanisme de l'intoxication :

a) *une accélération respiratoire intense* qui serait due à l'irritation des terminaisons sensibles des nerfs pneumo-gastriques dans les voies respiratoires profondes. Certains auteurs, par contre, comme les Américains Craigie et Young, accordent au sympathique thoracique une part plus ou moins importante dans l'origine et la transmission de ce réflexe.

b) *Un trouble de la circulation pulmonaire.* L'irritation des terminaisons sensibles produit, en effet, une vaso-dilatation réflexe des artérioles et des capillaires. Cette irritation sera un facteur important de congestion pulmonaire.

3° RÉACTION VASCULAIRE.

Les arsies agissent aussi sur les vaisseaux. Cette atteinte intéresse surtout les capillaires. Plus que l'ypérite, les composés organiques de l'arsenic provoquent des altérations de ces vaisseaux, se traduisant par une

dilatation intense pouvant aller jusqu'à la destruction de leur paroi.

Au niveau de la peau, la destruction des capillaires va aboutir à l'œdème interstitiel et à la formation de phlyctènes.

Si l'intoxication intéresse le parenchyme pulmonaire, les capillaires lésés laissent exsuder le plasma sanguin à l'intérieur des alvéoles. Ainsi va s'installer l'œdème pulmonaire. La quantité de liquide qui inonde l'arbre respiratoire peut être très importante. Il suffit pour s'en rendre compte de suivre l'évolution du poids du poumon.

H. Magne et D. Cordier, intoxiquant par une arsine un chien de 10 kilogrammes, ont constaté les résultats suivants (le poids normal du poumon avant l'intoxication était de 80 grammes).

Intoxication par la phényldichlorarsine

6 heures après.....	202 grammes
21 — —	291 —
44 — —	330 —
80 — —	286 —

Intoxication par l'ypérite

48 heures après.....	162 grammes
66 — —	80 —

Ce tableau particulièrement évocateur, met en évidence la puissance d'agressivité des arsines. On voit que l'œdème pulmonaire dû à ces toxiques est beaucoup plus important que celui créé par l'ypérite.

Alors, on conçoit que les diverses réactions locales que nous venons d'étudier vont avoir un retentissement sur tout l'organisme. C'est ce qu'on peut appeler la

B. — Réaction de l'organisme à la lésion du tissu.

Cette réaction est essentiellement variable, selon le siège de la lésion locale et surtout selon son étendue.

Sur la peau, si la lésion est minime, la réaction locale n'aura que peu de retentissement général, car l'organisme peut supporter sans encombres la perte fonctionnelle d'une partie du territoire cutané.

Les lésions pulmonaires, au contraire, ont toujours un retentissement important.

a) PERTURBATION DANS LES ÉCHANGES GAZEUX INTRA-PULMONAIRES.

La congestion, l'œdème pulmonaire si caractéristique que créent les arsines vésicantes compromettent dans une large part la fonction de cet organe. L'épaississement ou l'inondation des alvéolaires pulmonaires opposent aux gaz de la respiration un obstacle rapidement infranchissable. Le sujet intoxiqué survivra si une partie de ses poumons, suffisante pour assurer les échanges, reste indemne.

En effet, au niveau du parenchyme pulmonaire intoxiqué, les échanges gazeux ne se font plus. Il y a manque d'oxygène et rétention d'acide carbonique.

a) *Manque d'oxygène.* — H. Magne et D. Cordier ont montré qu'à mesure que l'œdème pulmonaire augmente, l'oxygénation du sang est de plus en plus imparfaite. On constate que la saturation de l'hémoglobine du sang artériel en oxygène diminue considérablement. Au moment de la mort, le sang artériel est presque entièrement privé de ce gaz.

b) *Rétention d'acide carbonique.* — Au début de l'intoxication, on observe une baisse du taux de l'acide carbonique libre du sang, en raison de l'hyperpnée causée par l'irritation des voies respiratoires profondes. Mais, à mesure que le liquide d'œdème s'accumule dans les voies respiratoires, le passage de ce gaz, hors du sang, se fait plus difficilement, et le taux d'acide carbonique libre va devenir supérieur à la normale. Il y a rétention d'acide carbonique. Au lieu d'être éliminé, il s'accumule dans le sang.

Ces troubles des échanges gazeux, au niveau des poumons sont extrêmement importants, car ils retiennent sur tout l'organisme intoxiqué. Ils vont surtout agir sur le sang en créant une

b) PERTURBATION DU pH SANGUIN.

Au cours des intoxications produisant de l'œdème pulmonaire, les auteurs s'accordent pour reconnaître les troubles suivants : d'abord alcalose, par suite de la diminution du taux de l'acide carbonique dissous dans le plasma.

Mais cette phase est très transitoire, fait même défaut dans les intoxications aiguës. Rapidement, en ef-

fet, va s'installer un état d'acidose, lorsque la lésion pulmonaire a compromis le libre passage des gaz de la respiration. La genèse de cette acidose est, d'ailleurs, très complexe. Son étude dépasse le cadre de cet exposé.

c) VARIATION DE LA COMPOSITION SANGUINE.

L'intoxication retentit sur la composition du sang en créant une polyglobulie constante et très importante. C'est une polyglobulie générale qui intéresse aussi bien les hématies artérielles, veineuses que capillaires.

De 5 millions, le nombre des hématies dépasse fréquemment 10 millions. Cette augmentation considérable du nombre des hématies serait causée, pour Maigne et Cordier, d'une part par la concentration des éléments figurés du sang, à la suite de la perte de plasma au niveau du poumon altéré, d'autre part, par la contraction de la rate et l'hyperplasie compensatrice de la moelle osseuse.

d) TROUBLES CIRCULATOIRES. — Ils sont de deux ordres :

— Diminution de la tension artérielle.

— Modification du rythme cardiaque. On observe d'abord un ralentissement des battements, puis, progressivement une accélération qui s'accroît jusqu'à la mort.

e) *Troubles rénaux.* — A l'examen des reins lésés par les arsines on constate une altération capitale : la

congestion corticale. Il y a d'abord atteinte de la fonction tubulaire, puis c'est le tour de la fonction glomérulaire qui est bientôt supprimée : d'où oligurie avec diminution de l'élimination du chlore puis anurie. Ainsi, peut se constituer une véritable insuffisance rénale totale avec défaut d'élimination de tous les éléments de l'urine.

ETUDE CLINIQUE

Généralités

Nous avons vu qu'on distinguait deux grands groupes dans la famille des arsines :

- les irritants respiratoires,
- les vésicants.

Leur constitution chimique, leurs propriétés physiologiques, confirment cette classification.

A la concentration militairement utile de leur emploi, ces deux groupes se trouvent encore justifiés. Cependant il faut savoir que l'action d'une arsine, comme celle de tout toxique, est fonction d'un élément capital : sa *concentration*.

C'est ainsi qu'à faible concentration, une arsine dite irritante agira seulement comme irritant des voies respiratoires. Si la concentration augmente, dépasse un taux donné, variable évidemment selon le gaz employé, l'arsine deviendra très toxique. En dehors de son pouvoir irritant, elle pourra devenir suffocante, entraîner de la congestion, de l'œdème du poumon.

De même, une arsine vésicante pourra agir comme un toxique général et entraîner des perturbations plus ou moins importantes de l'organisme.

On en arrive ainsi à la notion du seuil d'action du toxique. On appelle ainsi la concentration nécessaire et suffisante pour que le toxique réalise l'action militairement recherchée. Ce seuil d'action s'exprime en milligrammes par mètre cube. Il est évidemment variable selon les individus. L'intervention de ce facteur individuel vis-à-vis des suites toxiques et des concentrations insupportables, confère de ce fait au tableau ci-dessous une valeur toute relative.

ARSINES	Concentra- Seuil d'ac- tions intena- tion en mgr. bles en mgr. par m ³ par m ³	
<i>Irritantes :</i>		
Diphénylchlorarsine.	0,05	0,7
Diphénylcyanarsine\.....	0,02	0,2
Adamsite	0,05	0,8
<i>Vésicantes :</i>		
Léwisite	0,03	0,36

Il est à remarquer que les seuils d'action des arsines sont très bas quand on les compare, par exemple, au bromure de benzyle, gaz lacrymogène, dont le seuil d'action est de 5 mgr. par mètre cube.

On conçoit ainsi toute l'importance d'une concentration précise dans l'utilisation d'un gaz de combat.

Une concentration trop forte et une action prolongée pourraient évidemment élargir son champ d'agression, mais le bénéfice militaire ne semble pas appréciable. En principe, chaque catégorie de gaz tend vers un but bien défini.

Les Allemands, pendant la guerre de 1914-1918, se servaient des irritants comme gaz offensif (offensiv gaze). Les vésicants, comme l'ypérite, étaient utilisés, théoriquement, comme gaz de défense (défensiv gaze).

Les faits précédents donnent ainsi à la classification que nous avons adoptée sur les arsines, une valeur incontestable.

Et nous arrivons à l'étude proprement dite des arsines.

ARSINES IRRITANTES

Elles constituent le gaz « croix bleue » des Allemands. A la concentration moyenne du champ de bataille leur action est franche : irritation vive des voies respiratoires, rarement suivie de lésions graves.

Caractères généraux.

1° Ce sont des *gaz fugaces*.

2° Ce sont des *gaz solides*.

Ils sont constitués de particules ultra-microscopiques dont les dimensions sont de l'ordre de un millionième de millimètre. En raison de cette finesse, ces arsines forçaient les masques mal ajustés ou munis d'un système filtrant défectueux. D'où le nom de « brise-masque » (Maskenbrecher) qu'on leur donnait pendant la guerre.

Lorsque ces gaz solides sont répandus dans l'atmosphère, ils forment des fumées toxiques qui diffusent et disparaissent rapidement à l'air libre.

Ceci explique l'action fugace de ces gaz. Cependant il faut savoir que les particules d'arsines imprègnent les vêtements et qu'elles peuvent déclencher de nouvelles crises dès qu'un mouvement les entraîne à nouveau dans l'air.

3° *Mode d'utilisation* : chandelles anglaises ou projectiles. — Il faut signaler à ce propos que les bombes d'arsines solides doivent être chargées avec de fortes charges explosives afin de produire une dispersion suffisante. Le bruit d'éclatement de ces obus ne se distingue pas de celui des obus explosifs ordinaires.

Propriétés générales.

Elles sont celles de tous les toxiques irritants. Elles créent une irritation, sans entraîner de lésions.

Ces irritants respiratoires se caractérisent par quatre propriétés principales :

1° *Leur action est élective.* — Ils s'attaquent seulement aux terminaisons nerveuses des muqueuses de l'arbre respiratoire. Ces muqueuses sont fines et leur humidité permanente facilite la fixation et la dissolution des gaz. Elles constituent donc pour les irritants un champ d'action parfait.

2° *Leur action est réversible.* — Ils n'entraînent pas de modification de la structure des tissus.

3° *Leur seuil d'action est bas.* — Ils produisent leur effet à la concentration de 1 à 2 milligrammes par mètre cube.

4° *Leur agressivité est pratiquement immédiate.* — Elle s'exerce en 1 à 2 minutes.

Variétés des arsines irritantes.

Trois arsines irritantes sont surtout connues. Les deux premières furent utilisées par les Allemands en 1917. Ce sont :

1° LA DIPHÉNYCHLORARSINE $(C_6 H_5)_2 = As - Cl$, encore appelée : D. A. Clark I, Sneezing Gas.

A l'état pur, cette arsine réalise une masse cristalline un peu jaunâtre qui fond vers 40°, et bout à 330°.

Elle est peu soluble dans l'eau, très soluble dans les graisses et leurs solvants (alcool, éther, chloroforme).

2° LA DIPHÉNYLCYANARSINE $(C_6 H_5)_2 = As - CN$ ou Clark II. Cyanc Clark.

A l'état pur, elle se présente comme une masse cristalline incolore, d'odeur rappelant les amandes amères.

Elle fond à 31°5. Son point d'ébullition est 340°.

Elle présente les mêmes caractères de solubilité que la diphenylchlorarsine. Toutefois, elle est moins soluble dans l'eau.

3° L'AMINODIPHÉNYLCHLORARSINE : $\text{NH} = (\text{C}_6\text{H}_5)_2 = \text{As} - \text{Cl}$ ou Adamsite. D. M.

Découverte en 1918, elle n'a pas été lancée dans la guerre chimique. Elle doit son nom à son inventeur, le chimiste américain Adams.

C'est une arsine particulièrement redoutable, très toxique, exerçant une action mortelle dans un délai très court. Il suffit d'une partie dans trente millions de parties d'air pour que l'organisme humain ne puisse plus la supporter.

Elle est, en outre, remarquable par la finesse des particules qui la constituent. Du fait de ce caractère, il a fallu surmonter d'énormes difficultés pour se préserver contre cette arsine. A la suite de longues et patientes recherches, on est arrivé à créer des filtres anti-arsines capables d'arrêter les poussières d'adamsite. La plupart des masques modernes en sont munis.

A l'état pur, l'adamsite se présente sous forme d'une masse cristallisée, de couleur jaune verdâtre. Elle fond à 195°, bout à 410°.

Elle résiste à l'action de l'eau; son hydrolyse est longue et difficile. Elle n'est guère soluble dans les graisses, ni dans les solvants organiques.

Sa détection n'est encore possible qu'à l'échelon laboratoire.

Symptomatologie de l'intoxication.

Quelle que soit l'arsine irritante employée, le tableau clinique réalisé par l'inhalation de ce toxique est très évocateur.

Le début de l'intoxication est brutal.

Très rapidement, après quelques instants de séjour dans l'atmosphère toxique, le patient éprouve une sensation de cuisson, de brûlure dans les fosses nasales et dans la gorge.

Bientôt apparaissent des étternuements spasmodiques, incoercibles, contre lesquels le malade ne peut rien. En même temps, on observe une abondante sécrétion nasale et lacrymale, une toux sèche et quinteuse.

Si l'action irritante persiste, un état nauséeux avec salivation abondante, éructations, s'établit. La sensation de brûlure ne se localise plus au rhino-pharynx, mais irradie dans les sinus frontaux, les oreilles, les arcades dentaires.

La toux devient déchirante, les troubles gastro-intestinaux : vomissements, diarrhée, sont fréquents.

Cette action si dramatique est heureusement fugace. Dès que l'intoxiqué est sorti de la zone dangereuse ou dès qu'il a pu mettre un masque efficace, les symptômes les plus accentués rétrocedent.

EVOLUTION. — A la concentration du champ de bataille et pour une courte durée d'inhalation, les arsines « croix bleue » entraînent, en général, une intoxication qui n'excède pas quelques heures. Après sédation des phénomènes aigus, subsistent seulement de la céphalée, de la douleur rétro-sternale, des parésies et surtout un état de somnolence.

Dans la règle, ces intoxications par arsines irritan-

tes, n'entraînent pas de complications. On a cependant observé des inflammations tenaces, telles que rhinite, sinusite. Des parotidites à la suite d'intoxication par arsine irritante ont été aussi observées. Voici, à ce sujet, une très intéressante observation recueillie par le Docteur L. Dérobert.

Le cas a été relevé parmi le personnel d'un laboratoire de chimie où l'on pratiquait des recherches sur les composés dérivés de l'arsenic.

A la suite d'une inhalation involontaire d'un de ces composés, un des membres du personnel était admis, quelques semaines plus tard, à l'hôpital avec le diagnostic de tuméfaction parotidienne gauche.

L'interrogatoire permet de préciser les faits suivants : Après son séjour dans l'atmosphère toxique, le malade avait éprouvé une gêne respiratoire, avec sensation de constriction à la gorge. Tous ces phénomènes étaient disparus au bout de quelques heures.

Ce n'est que vers la fin de son séjour que le malade s'aperçut d'une légère gêne à la mastication, d'une salivation exagérée et, dans les jours suivants, d'une augmentation de volume de la parotide gauche.

Aucun contagé épidémique ne fut retrouvé.

A son entrée à l'hôpital, le malade présentait une tuméfaction parotidienne gauche manifeste. Elle était légèrement douloureuse, spontanément et aux mouvements masticatoires.

La palpation mettait en évidence un point douloureux très net, pré-auriculaire, à 1 centimètre au-dessous de l'articulation temporo-maxillaire.

Par ailleurs, le malade ne présentait aucun signe géné-

ral : pas de température, pas de séphalée. Il n'existait aucun signe d'inflammation alvéolo-dentaire.

La parotidite persista ainsi quatre jours, puis disparut progressivement en 3 jours.

Il apparaît comme à peu près certain qu'il s'agissait là d'une parotidite toxique, due à l'inhalation d'arsines.

Conclusion.

A la concentration militairement utile, les arsines irritantes ne créent pas de lésions des tissus. Leur but est d'irriter les terminaisons nerveuses des voies respiratoire. Elles entraînent ainsi des troubles fonctionnels tels que le gazé est mis rapidement hors de combat.

A forte dose, cependant, elles deviennent suffocantes et toxiques.

ARSINES VESICANTES

Dans la liste déjà longue des gaz de combat, ces arsines comptent parmi les plus redoutables. D'emblée, en effet, il faut insister sur leur propriété majeure : leur extrême causticité. Elles ont le pouvoir de détruire rapidement la structure et la vie des tissus. Même très diluées, elles restent nécrosantes pour la peau et les muqueuses.

Aux concentrations du combat, ces toxiques s'atta-

quent aux couches germinatives de l'épiderme,, puis pénètrent en profondeur, à travers la matière vivante. On leur a donné le nom de vésicants, car ils se comportent à la façon des vésicants thérapeutiques, tels que l'essence de moutarde.

En dehors de ce pouvoir caustique, ces arsines possèdent encore des propriétés irritantes; bien souvent elles agissent comme des toxiques généraux.

Rappelons que cette action caustique des arsines vésicantes est due à leur composition chimique même. Ce sont des composés organo-minéraux halogénés, dont la causticité se manifeste par suite de la dissociation intra-cellulaire de leur molécule.

Caractères généraux.

Par leur aspect, les arsines vésicantes s'opposent aux arsines irritantes. Elles se caractérisent, en effet, par le fait que ce sont :

- 1° des *gaz persistants*,
- 2° des *gaz liquides*.

Tous les gaz persistants sont, d'ailleurs, des liquides lourds, à point d'ébullition élevé, à faible tension de vapeur. Ces toxiques possèdent, en outre, une grande stabilité chimique. Ils résistent dans une certaine mesure à l'oxydation atmosphérique, à l'humidité. Ils s'évaporent d'autant plus lentement que la température ambiante est plus basse.

Ainsi s'explique l'action durable de ces arsines.

Tout objet, tout vêtement ayant séjourné dans une atmosphère saturée par ces toxiques, peuvent en rester imprégnés pendant des semaines.

3° MODE D'UTILISATION. — Les arsines vésicantes sont utilisées à l'aide de projectiles. Elles agissent après dispersion, soit à l'état de gouttelettes, soit à l'état de vapeur.

Caractères toxicologiques.

Ils sont ceux de tous les toxiques caustiques.

Comme pour les arsines irritantes, on peut distinguer, chez les vésicants, quatre caractères principaux :

1° *Leur action n'est pas élective.*

Le toxique lèse n'importe quel tissu accessible.

2° *Leur action est irréversible.*

Tous les éléments touchés sont voués à la mort.

Il est destruction tissulaire.

3° *Leur seuil d'action est élevé.*

Beaucoup plus haut que celui des irritants.

4° *Leur agressivité n'est pas immédiate.*

Il est à noter, cependant, que les arsines vésicantes qui possèdent des propriétés voisines de celles de l'ypérite, agissent beaucoup plus rapidement que ce dernier toxique.

Etude des arsines vésicantes.

Quelques-unes de ces arsines furent utilisées en 1917, quelques semaines après l'apparition de l'ypérite. A vrai dire, elles furent peu employées. Les varié-

tés qui étaient connues jusqu'alors étaient mélangées aux arsines irritantes, afin de renforcer leur action.

Depuis 1920, les propriétés des arsines vésicantes ont été étudiées et nettement définies.

La lewisite, appelée ainsi en souvenir du chimiste américain W. Lee Lewis, qui la découvrit en 1918, constitue le type des arsines vésicantes.

Avant d'envisager son étude, nous nous bornerons à citer les autres gaz appartenant à la même catégorie de toxique.

Nous retiendrons :

1° L'ETHYLDICHLORARSINE.

Synonymes : Dick — Grünkreuz 3.

Formule : $C_2 H_5 - As = Cl_2$.

Propriétés :

a) Aspect : liquide limpide d'odeur piquante, rappelant l'oignon.

b) Point d'ébullition : 150° .

c) Solubilité : peu soluble dans l'eau. Très soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, l'acétone.

d) Gaz très persistant.

2° LA PHÉNYLDICHLORARSINE.

Formule : $C_6 H_5 - As = Cl_2$.

Elle fut utilisée pendant la guerre mélangée à la diphenylchlorarsine. Le mélange obtenu s'appelle la sternite et constitue un toxique particulièrement irritant.

Propriétés :

a) Aspect : liquide clair, un peu visqueux, d'odeur alliée.

b) Point d'ébullition : 252° .

c) Solubilité : insoluble dans l'eau. Très soluble dans tous les solvants organiques et dans les poisons.

d) Gaz très persistant.

3° LA MONOÉTHYLDICHLORARSINE.

Formule : $\text{CH}_3 - \text{As} = \text{Cl}_2$.

Propriétés :

a) Aspect : liquide clair, d'odeur nauséabonde.

b) Point d'ébullition : 150° .

c) Solubilité : très peu soluble dans l'eau.

d) Gaz persistant et vésicant.

Pour mémoire, citons encore :

L'éthyldibromarsine : $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{As} = \text{Cl}_2$.

La monoéthyldibromarsine : $\text{CH}_3 - \text{As} = \text{Br}_2$.

La léwisite

Généralités.

C'est le type des arsines caustiques.

L'armistice étant survenu avant qu'on ait pu tenter son expérimentation sur le champ de combat, ses effets de guerre sont encore inconnus.

Néanmoins, on peut tenir cette arsine comme l'un des poisons militaires les plus violents. Par ses effets,

elle se rapproche de l'ypérite, mais elle agit beaucoup plus rapidement et les lésions qu'elle crée sont plus étendues et plus profondes.

Il apparaît certain qu'au combat, cette arsine, utilisée à une concentration donnée, agirait non seulement comme un vésicant comparable à l'ypérite, mais encore comme un toxique général, entraînant des perturbations importantes et graves de l'organisme.

Etude.

La léwisite fut découverte, nous l'avons vu, en 1918 par le chimiste américain Lee Lewis.

On l'appelle encore : gaz géranium, en raison de son odeur ;

Rosée de la mort ;

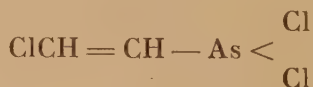
Supergas (dénomination anglaise).

Cette arsine a été tout particulièrement étudiée par Buscher en Allemagne.

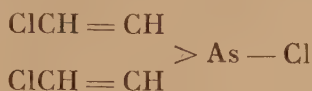
Constitutions chimiques.

La léwisite, comme toute arsine vésicante, se rattache aux composés organo-minéraux halogénés. C'est un mélange de trois chlorovinyarsines :

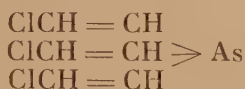
1° La chlorovinyldichlorarsine, ou léwisite primaire :



2° La dichlorovinylchlorarsine ou léwisite secondaire :



3° La trichlorovinylarsine ou léwisite tertiaire :



Mais les deux premières sont de beaucoup les plus actives. Ce sont elles qui confèrent à la léwisite ses principales propriétés toxiques. En pratique, même, l'étude de la léwisite se confond avec celles de la chlorovinylchlorarsine.

Propriétés physiques.

Liquide incolore, quand il est fraîchement préparé.

Le produit industriel, à cause de ses impuretés, prend une légère teinte ambrée.

A forte concentration, la léwisite dégage une odeur alliagée, âcre. Mais, à faible concentration, elle exhale une odeur de géranium très caractéristique.

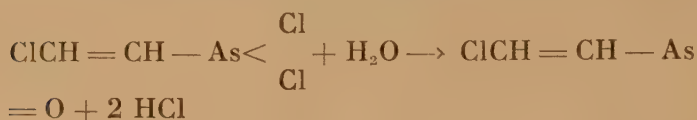
Elle bout à 190° et se cristallise à — 13°.

Elle est pratiquement insoluble dans l'eau et les acides étendus. Par contre, elle se dissout très facilement dans tous les solvants organiques, tous les corps gras d'origine animale ou végétale, dans les hydrocarbures de la série des pétroles.

La léwisite est décomposée par l'eau, beaucoup plus rapidement que l'ypérite. Cette dernière, en effet, s'hy-

drolyse lentement : 1 gramme par litre environ en 30 minutes. L'hydrolyse de la léwisite, au contraire, se produit en 5 à 10 minutes. Ceci explique sa rapidité d'agressivité.

Son hydrolyse va donner un produit très toxique et très vésicant : l'oxyde de chlorovinylarsine :



Cet oxyde, après avoir contribué à la nécrose des tissus imprégnés, empruntera la voie sanguine et se répandra dans tout l'organisme, entraînant une véritable intoxication générale.

Enfin, il faut souligner le pouvoir d'imprégnation de la léwisite. Elle imprègne aisément le cuir, toutes les étoffes et tous les tissus qui n'ont pas été préalablement imperméabilisés. A l'état liquide, elle traverse en un quart d'heure deux épaisseurs de drap. A l'état de vapeur, la pénétration est un peu plus lente.

Comme l'ypérite, elle communique sa nocivité aux divers supports qu'elles imprègnent. Elle peut donc ainsi créer de véritables épidémies chimiques, jusqu'à désinfection complète du terrain, des locaux, du matériel et des individus.

Symptomatologie de l'intoxication.

La léwisite, douée de telles propriétés agressives et toxiques, est, à la fois : vésicante, irritante, suffocante, pyogène. Elle va agir sur l'organisme en créant

deux ordres de symptômes : des symptômes locaux et des généraux :

I. — SYMPTÔMES LOCAUX

A. — *Action sur la peau.*

Cette action est rapide. A quantité et à concentration égale de liquide, la léwisite vésique plus vite et plus profondément la peau humaine que l'ypérite.

Les territoires cutanés atteints sont bien définis. La peau est d'autant plus sensible au toxique qu'elle est plus fine et plus grasse. Tandis que la paume des mains, la plante des pieds, le cuir chevelu, fortement épidermisés, offrent une certaine résistance à la vésication, d'autres régions, comme les plis de flexion, les organes génitaux, seront facilement lésées en raison de leur mince couverture et de leur richesse glandulaire. C'est donc, de préférence, à ces niveaux, qu'on observe les vésications.

Dès les premières minutes, la pénétration du toxique dans l'épiderme s'accompagne d'une sensation de brûlure vive et irradiée. (Rappelons, à ce propos, que l'ypérite vésique insidieusement la peau). Rapidement, en trente à quarante minutes, on voit apparaître à ce niveau un érythème qui progresse pendant six à douze heures.

Il s'agit d'un érythème saillant, chaud, prurigineux. Le blessé éprouve des démangeaisons très vives et une sensation de cuisson, de tension inflammatoire. Les tissus voisins sont œdématiés.

Sur cet érythème, se développent vers la douzième heure, des phlyctènes. Leur morphologie est variable. Tantôt ce sont des vésicules, des bulles, tantôt des ampoules. Leurs dimensions vont du grain de millet aux vastes décollements.

Parfois juxtaposées, parfois confluentes, ces phlyctènes sont remplies de liquides troubles, riches en globules blancs, mais non toxiques. C'est la principale caractéristique de la vésication par la léwisite. Cette action pyogène se manifeste dans toutes les lésions qu'elles entraînent (l'ypérite ne possède pas cette propriété ; la phlyctène causée par ce toxique renferme un liquide clair, jaune citrin).

L'évolution des ces phlyctènes est variable.

Tantôt, elles vont se réparer spontanément en quelques semaines, si elles sont de petites dimensions. Mais le plus souvent, la phlyctène se déchire et découvre une ulcération creuse taillée à l'emporte-pièce. Cette plaie intéresse le derme. Sa réparation est très lente. Après épidermisation, les plaies laissent des cicatrices indélébiles, pigmentées. On pourra observer de véritables cicatrices chéloïdiennes, au niveau des régions où la peau est plissée ou lâche.

Enfin, nous n'insisterons pas sur les larges vésications qui sont toujours très graves. En dehors de la lésion locale, elles entraînent une véritable intoxication générale.

Certains auteurs, comme Buscher, estiment que les lésions de la peau humaine par léwisite se réparent deux fois plus vite que celles de l'ypérite. Le Profes-

seur Hederer pense, au contraire, que la cicatrisation est aussi lente dans un cas que dans l'autre. Les lésions seraient cependant un peu différentes. L'ypérite s'étale davantage. La léwisite agit plus profondément, car elle est plus caustique. Ypérite et léwisite paraissent, néanmoins, déterminer une véritable maladie cellulaire.

B. — *Action sur l'œil.*

Vis-à-vis de l'œil, la léwisite se comporte aussi comme un caustique très violent.

Si la léwisite frappe l'œil, soit directement, soit indirectement à l'aide d'un support (main, tissu, mouchoir), elle entraîne sans délai une sensation de cuisson, avec larmoiement, photophobie intense et spasme des paupières.

Au bout de quelques heures se trouve réalisé le tableau clinique d'une conjonctivite, avec lésions nécrosantes de la muqueuse, et sécrétion purulente précoce.

Si l'action du toxique est prolongée, la vésication peut aller jusqu'à provoquer une kérato-conjonctivite grave, avec ulcération de la cornée, œdème ulcéreux des paupières et sécrétion abondante, d'aspect puriforme, traduisant l'action pyogène du toxique.

Des complications restent toujours à redouter. On craindra une suppuration des voies lacrymales ; des cicatrices palpébrales vicieuses. La panophtalmie avec perte définitive de l'œil est même à craindre.

La léwisite blesse l'œil plus rapidement et plus profondément que l'ypérite. La cicatrisation est plus lente et les séquelles plus graves.

C. — *Action sur les voies respiratoires.*

Contrairement à l'ypérite qui agit insidieusement, la léwisite, comme toutes les arsines de la série grasse, irrite vivement les nerfs sensibles.

Chez le sujet qui n'est pas protégé par un masque, elle va créer, à la fois, une irritation et une suffocation. Le tableau clinique est brutal. Le blessé éprouve une angoisse respiratoire intense, une sensation de brûlure dans toute la poitrine. La toux est sèche, quinteuse, incoercible. Des nausées et des vomissements surviennent.

Bientôt se trouve réalisé un tableau assez voisin de celui de la bronchopneumonie. Le blessé expectore de grandes quantités de pus qui revêtent parfois l'allure de véritables vomiques.

Mais il est évident que les symptômes et les lésions dues à une intoxication par léwisite sont essentiellement fonction de la quantité de toxique absorbé.

Le Professeur Hederer distingue 3 cas :

1° *A haute dose* (c'est-à-dire à la concentration de 4 à 5 milligrammes par 10 litres, pendant 5 minutes), les vapeurs de léwisite vésiquent les voies aériennes et provoquent, au niveau du tissu pulmonaire, un œdème total. L'exsudation liquidienne revêt un caractère puriforme par afflux leucocytaire précoce et considérable. Nous avons vu que l'amas leucocytaire pouvait arriver à représenter plus de la moitié du poids du poumon. C'est à ce processus pyogène, si caractéristique de l'action des arsines, que Guieysse-Pé-lissier donne le nom de dyshyperleucocytose. -

A cette dose, la mort survient par asphyxie et intoxication générale en quelques heures.

2° *A dose moyenne* (1 à 2 milligrammes par 10 litres pendant 5 minutes), la trachée et les bronches sont très lésées. La réaction, à caractère purulent, forme de gros foyers du type broncho-pneumonique.

Dans ce cas, la mort survient par anoxémie, en quelques jours.

3° *A faible dose* (moins de 1 milligramme par 10 litres pendant 5 minutes), on observe une atteinte des bronchioles et des canaux alvéolaires. D'emblée, se constitue une broncho-pneumonie à petits foyers disperses.

Cette forme est aussi très grave, mais la guérison est possible.

Complications. — Si le blessé survit à l'intoxication, on ne saurait trop insister sur la fréquence et la gravité des complications pulmonaires.

L'infection des blessures chimiques assombrit beaucoup leur pronostic. Parmi ces complications, nous retiendrons la broncho-pneumonie, les bronchites purulentes, les abcès pulmonaires et surtout la gangrène du poumon.

A longue échéance, les séquelles seront celles de tous les anciens gazés du poumon : sclérose pulmonaire, broniectasie, catarrhe chronique, emphysème.

D. — *Action sur le tube digestif.*

La déglutition de salive, d'eau ou d'aliments contaminés par la léwisite entraîne aussi des lésions des voies digestives. Cette intoxication des voies digesti-

ves peut, d'ailleurs, s'observer, du fait de l'intoxication générale que crée la léwisite.

Les lésions intéressent surtout la muqueuse buccopharyngée, qui est rouge, ulcérée. Elles consistent en vésication des lèvres, en petites ulcérations du pharynx, lentes à guérir, entraînant une dysphagie douloureuse, d'où amaigrissement de l'individu.

Les lésions du tube digestif sont surtout localisées à l'estomac et à l'intestin grêle. Ainsi s'expliquent les nausées, les douleurs violentes, épigastriques et abdominales, les vomissements que l'on observe à la suite d'ingestion de léwisite. Signalons la possibilité de diarrhée profuse d'aspect cholériforme, de mæléna.

II. — SYMPTÔMES GÉNÉRAUX

Nous avons étudié les lésions qu'entraîne la léwisite sur la peau, l'œil, le poumon, les voies digestives.

Une telle intoxication n'est pas sans avoir un retentissement sur tout l'organisme. On peut dire que la léwisite se comporte comme un toxique général très violent.

Tous les grands appareils de l'économie sont touchés et ces perturbations sont constantes, quel que soit le siège de la blessure locale.

L'étude de l'intoxication par léwisite, pratiquée sur des animaux de laboratoire, tels que le chien, le lapin, le cobaye, a permis de mettre en évidence cette action toxique générale. Celle-ci se manifeste par :

1° *Des troubles nerveux.*

Diminution de la sensibilité, fourmillements douloureux dans les extrémités avec légère parésie. La fatigue est intense et il faut insister sur l'état de somnolence, fréquent chez ces intoxiqués.

Après guérison des lésions de vésication, l'état général reste souvent précaire, pendant de longues semaines.

2° *Des troubles cardio-vasculaires.*

Hypotension artérielle. Affaiblissement des contractions cardiaques.

3° *Des troubles rénaux.*

Ils sont très importants. Nous avons vu qu'à l'examen microscopique des reins lésés par les arsines, l'altération la plus caractéristique était la congestion corticale. La fonction glomérulaire étant fortement compromise, il en résulte des troubles urinaires importants : oligurie, albuminurie, cylindrurie, hypochlorurie, parfois même hématurie.

4° *Des troubles hépatiques.*

Des signes d'insuffisance hépatique sont de règle. Ils traduisent l'intoxication du foie par l'arsenic. A l'examen anatomo-pathologique, on met en évidence des lésions dégénératives du foie.

5° *Des troubles de l'état général.*

Ceux-ci sont très importants. A la suite de l'intoxication, on observe un amaigrissement progressif, des

signes d'anémie. Tous ces symptômes viennent traduire un déséquilibre du métabolisme basal qui semble dû à une altération des glandes à sécrétion intense (pancréas, capsules surrénales; foie...).

Pour terminer cette étude de la léwisite, il m'a semblé intéressant de reproduire ici le tableau des lésions histo-pathologiques constatées par le Professeur Hederer et le Docteur Bideau, à l'autopsie d'un cobaye de 440 grammes, tué en deux heures quarante par une goutte de léwisite déposée sur l'épiderme.

Cœur. — Congestion vasculaire généralisée et œdème interstitiel. Fibre cardiaque hyperplasiée avec multiplication des noyaux. Quelques figures de dégénérescence vacuolaire, mais sans dégénérescence graisseuse.

Poumons. — Congestion intense des cloisons inter-alvéolaires. En certains points, amas de leucocytes mononucléés et d'hématies.

Foie. — Congestion générale — envahissement des espaces intertrabéculaires par des globules rouges. Désagrégation locale des travées de Remak par une infiltration œdémateuse.

Reins. — Congestion intense, sans lésions épithéliales apparentes.

Capsules surrénales. — Congestion surtout marquée au niveau de la zone réticulée.

Rate. — La pulpe rouge montre une congestion hyperplasique des éléments cellulaires avec de nombreuses hématies.

Les corpuscules de Malpighi sont bien individualisés, mais la lumière de leurs artérioles est, presque partout, oblitérée.

Ces lésions anatomo-pathologiques mettent en évidence la puissance d'agressivité de la léwisite.

Bien que ce toxique n'ait pas subi l'épreuve du combat, on peut le tenir, d'ores et déjà, comme un gaz remarquablement efficace. Plus agressive, plus caustique que l'ypérite, la léwisite possède encore une toxicité considérable.

Quelles que soient dans l'avenir les surprises de la guerre chimique, il faut tenir le « gaz géranium » comme une arme des plus redoutables.

TABLEAU DES PRINCIPALES ARSINES

Désignation chimique	Formule chimique	Appellation industrielle	Etat physique actif	Décomposition par l'eau	Propriétés physiologiques
Diphénylchlorarsine.	$(C_6H_5)_2 = As - Cl$	D. A.	Poussière très divisée	Assez lente	Irritant
Diphénylcyanoarsine	$(C_6H_5)_2 = As - CN$	C. A.	Poussière très divisée	Lente	Irritant
Diméthylchlorarsine.	$(CH_3)_2 = As - Cl$	D. Y.	Poussière	Lente	Irritant
Aminodiphénylchlorarsine ..	$NH = (C_6H_5)_2 = As - Cl$	D. M.	Particules extrêmement fines	Très lente	Irritant
Phényldichlorarsine	$C_6H_5 - As = Cl_2$	D. I.	Vapeurs	Lente	Irritant et vésicant
Phényldifluorarsine	$C_6H_5 - As = F_2$ $ClCH =$	D. O.	Vapeurs et liquide	Lente	Vésicant + sternutatoire
Léwisite	$CH - As = Cl_2$	Léwisite	Vapeurs ou liquide	Rapide, mais avec formation d'un corps actif très toxique.	Vésicant toxique général

THERAPEUTIQUE DES INTOXICATIONS PAR ARSINES

Les multiples propriétés agressives des arsines étant connues, la thérapeutique à leur opposer est toute différente selon que l'arsine utilisée est irritante ou vésicante.

Dans le premier cas, on peut dire qu'il s'agit d'un malade et non d'un blessé. L'arsine a irrité les voies respiratoires, mais n'a pas entraîné de lésions des tissus. Quand le gaz aura été écarté de l'atmosphère toxique, tout rentrera progressivement dans l'ordre. Le traitement a pour but d'apporter une sédation rapide au cortège de symptômes que crée l'intoxication. Pour le mener à bien, il faudra neutraliser le toxique, c'est-à-dire avoir recours à une médication antidotique précise. On conçoit alors toute l'importance de la détection du gaz en cause.

Dans le second cas, au contraire, il s'agit d'un véritable blessé. Ce sont malheureusement ces cas qu'il faut prévoir comme les plus nombreux. L'arsenic vésicant a attaqué la peau, les muqueuses, l'arbre respiratoire en créant, à leur niveau, des lésions définitives. Il y a destruction des tissus.

Si les blessures causées par un gaz vésicant ont une morphologie particulière suivant le toxique utilisé, elles présentent, dans leur ensemble, les mêmes caractéristiques. Ce qu'il faut, avant tout, c'est traiter la lésion. Le diagnostic précis du toxique employé n'a, dans ce cas, qu'une importance secondaire.

Enfin, une troisième éventualité est possible : c'est celle où l'agresseur utilise un mélange toxique : arsine irritante + arsine vésicante. Les deux ordres de thérapeutique qui viennent d'être envisagés devront être appliqués simultanément.

Les mélanges toxiques sont, d'ailleurs, d'un emploi courant. Nous verrons à quelles difficultés on se heurte quand il faut traiter de tels gazés. Bien souvent, les effets d'un des deux toxiques prédominent. Le second agit insidieusement et son action ne se manifeste que secondairement. C'est dire que tout gazé devra être l'objet d'une surveillance attentive.

★★

Il est classique de distinguer trois grands chapitres dans l'étude du traitement des intoxications par gaz de combat :

- 1° La détection du gaz.
- 2° Le traitement prophylactique.
- 3° Le traitement proprement dit : traitement curatif.

LA DETECTION DES ARSINES

On ne saurait trop insister sur l'importance capitale de cette mesure préventive.

Mais, d'abord, qu'est-ce que détecter ? C'est reconnaître, dans le plus bref délai, la présence anormale d'une souillure toxique dans l'air, les objets ou le sol.

La qualité essentielle de toute détection, c'est donc la rapidité. Malheureusement, il n'existe encore aucun moyen physico-chimique permettant de détecter immédiatement et spécifiquement les arsines. La détection de suspicion qui fait appel surtout à l'odorat reste bien aléatoire. La léwisite, par exemple, sent le géranium. Bien que cette arsine n'ait pas subi l'épreuve du combat, on peut tenir comme certain qu'elle sera utilisée, en l'associant à un autre toxique ou à un simple solvant qui viendra neutraliser l'odeur de cette arsine vésicante.

Quant aux arsines solides, auxquelles appartiennent toutes les arsines irritantes, elles créent immédiatement une irritation des voies aériennes, sans qu'on puisse pour cela affirmer que la toxique en cause est un composé de l'arsenic.

La détection de ces toxiques n'est encore possible qu'à l'échelon laboratoire. Mais dans toute agression chimique, le temps presse.

On conçoit alors que, dès que l'atmosphère extérieure présente une odeur anormale, il faut prendre

sans retard les mesures de prudence nécessaires jusqu'à ce qu'une détection de contrôle ait eu lieu.

— Il y a quelques années encore, la détection des arsines demandait plusieurs heures. On utilisait le procédé suivant :

On aspirait rapidement l'air que l'on suspectait dans des récipients où le vide avait été fait. On laissait ensuite les particules d'arsines se déposer sur les parois ; on les dissolvait dans de l'acétone, puis on détruisait cette solution acétonique par la méthode nitro-sulfurique de Denigès, qui donnait finalement de l'acide arsénique en solution sulfurique. On identifiait la présence de l'arsenic par l'un des procédés classiques qui utilise la formation d'hydrogène arsénié, AsH_3 , naissant et la tache jaune qu'il produit sur le papier au chlorure mercurique par formation du composé $(\text{ClHg})_2\text{AsH}$.

Ce procédé de détection, très exact et très sensible, nécessitait malheureusement, un appareillage volumineux, compliqué et un travail de longue haleine.

Depuis 1933, une méthode simple et pratique, pour détecter les arsines, a été mise au point par les pharmaciens Labat et Dufilho. Cette méthode peut être utilisée sur place, sans avoir recours au laboratoire de toxicologie.

Elle comprend deux opérations : d'une part, le captage des arsines sous un très petit volume, d'autre

part, leur détection sans qu'il soit nécessaire, à aucun moment, de procéder par une méthode quelconque à la destruction de la molécule organique complexe que constitue l'arsine.

1° CAPTAGE DES ARSINES.

On peut le réaliser de deux manières :

a) Il existe des appareils respiratoires munis d'un disque filtrant garni d'un papier spécial pour captage des arsines. Disque et papier sont amovibles. Pour un captage rapide des arsines contenues dans l'air, il suffit d'envoyer un homme, muni de cet appareil, respirer deux minutes dans l'atmosphère suspecte. Les arsines contenues dans l'air restent fixées sur le papier. Il suffit de détacher ce disque de papier et de procéder immédiatement à la caractérisation de l'arsenic.

b) La deuxième manière consiste à faire passer par aspiration, l'air vicié au travers d'une cartouche filtrante, garnie de sulfate de soude anhydre. Pour capter les arsines en suspension dans l'air, la cartouche est reliée par un tube en caoutchouc, au dispositif d'aspiration.

Celui-ci peut être un simple fût de bois avec robinet de bois et bonde percée d'un orifice. Dans cet orifice, est introduit un tube de verre coudé à angle droit, relié par un tube de caoutchouc à un flacon de Woelf à 2 tubulures, dans lequel on a mis un peu d'eau. Ce flacon sert de témoin pour contrôler la vitesse de passage de l'air dans le système aspirateur. Au tube plon-

geur du flacon de Woolf est adaptée la cartouche par son extrémité étranglée.

Pour faire fonctionner l'appareil, il suffit de remplir le fût avec de l'eau, puis, les raccordements effectués, d'ouvrir les robinets. La dépression produite par l'eau qui s'écoule provoque une aspiration équivalente d'air vicié qui abandonne la totalité de ses arsines sur la cartouche filtrante.

2° CARACTÉRISATION DE L'ARSENIC.

Elle se fait à l'aide du réactif iodo-mercurique de Denigès. On en imprègne une bandelette de papier buvard qui, en présence de vapeurs d'hydrogène arsénié, donne une tache jaune, puis brune.

a) Réactif de Denigès.

Il se prépare en saturant par une solution de chlorure mercurique à 5 %, la solution suivante :

Bichlorure de mercure	13,55
Iodure de potassium	36
Eau, q. s. p.	1.000 cc.

Dès saturation, décelée par formation d'un léger précipité stable, on filtre. Le réactif obtenu est incolore.

b) Technique.

La technique consiste à préparer de l'hydrogène naissant, en introduisant successivement dans un flacon de 100 à 200 cc. :

20 centimètres cubes d'acide sulfurique au 1/5° ;

2 grammes de grenaille de zinc pur ;

2 gouttes d'une solution de sulfate de cuivre à
4 % (pour catalyser la réaction).

On ajoute enfin la cartouche ou le papier sur lesquels ont été captées les arsines. On bouche le flacon par un bouchon de liège légèrement entaillé, au-dessous duquel on suspend le papier réactif. La décomposition de l'arsine dans ce liquide produit de l'hydrogène arsénié qui fait virer au jaune, puis au brun, l'extrémité sensibilisée du papier réactif.

La réaction est très visible, même pour des doses très infimes d'arsenic.

En résumé, cette méthode de captage et de détection des arsines a l'avantage d'être pratiquement très simple. Le matériel nécessaire est facile à réaliser. Enfin et surtout, c'est une méthode très rapide, permettant la détection de l'arsenic en une demi-heure environ.

C'est actuellement le moyen de détection utilisé aux armées.

L'arsine irritante appelée Adamsite est décelable par une méthode particulière. Elle donne au contact d'acide sulfurique et d'un peu d'acide azotique, une coloration bleue intense par suite de la présence d'une impureté qu'elle contient : la diphénylamine. Mais cette réaction ne semble pas spécifique.

En dehors du procédé général de recherche des arsines, on ne connaît pas encore de réaction spécifique applicable à la léwisite. Citons cependant le procédé de Grignard et Rivat qui permet de distinguer l'ypérite de la léwisite.

Cette méthode, d'ordre chimique, fut utilisée pendant la guerre de 1914-1918 pour détecter l'ypérite. Elle consiste dans l'emploi d'une solution au tiers d'iodure de sodium. La formule du réactif, dont la coloration normale est ambrée est la suivante :

Iodure de sodium	20 gr.
Solution de sulfate de cuivre ..	40 gouttes
à 7,5 %.	
Sol. de gomme arabique au 1/3.	2 cc.
Eau distillée, q. s. p.	100 cc.

Ce réactif, de couleur ambrée, se décolore au contact de la léwisite. Avec l'ypérite, il se trouble et donne naissance à un louche assez stable.

Cette réaction est très sensible : elle permet, par exemple, de déceler 0 gr. 05 d'ypérite par mètre cube d'air.

Un autre réactif très sensible de l'ypérite et des arsines est la solution d'acide sélénieux, de formule suivante :

Acide sélénieux	1 gr.
Acide sulfurique au 1/2	200 gr.

Le réactif au contact de l'ypérite ou des arsines donne une coloration rose, par production de sélénium libre.

Ces différentes réactions chimiques sont intéressantes.

— Mais elles n'ont, en fait, qu'une valeur relative, d'autres toxiques étant susceptibles de donner les mêmes résultats.

CONCLUSION. — La détection des arsines pose donc un grave problème.

Si nous connaissons maintenant une méthode précise qui permet à coup sûr de caractériser l'arsenic, nous avons vu qu'il fallait attendre au moins une demi-heure avant de connaître le résultat de la recherche.

Or, au cours d'une attaque par gaz toxique, on conçoit que la première qualité de la détection doit être la rapidité.

Nous ne possédons pas encore de moyens pratiques et surtout rapides pour détecter les arsines.

L'odeur du toxique n'est pas un moyen de détection certain. On sait que les mélanges toxiques sont d'un emploi courant. Ce panachage est une forme banale de l'agression chimique.

C'est pourquoi, dès qu'une attaque par gaz est annoncée et quelle que soit la nature du toxique, il faut mettre immédiatement en œuvre les mesures préventives nécessaires.

L'étude de la protection contre les gaz dépasse le cadre de cet ouvrage. De nombreux auteurs ont traité cette question d'une extrême importance.

— On sait que tous les masques actuels sont munis d'un dispositif anti-arsines qui arrête les particules ou les vapeurs de ces toxiques. Les voies respiratoires seront donc protégées.

Mais, dans une prochaine guerre chimique, il faut craindre une utilisation de plus en plus grande des gaz vésicants.

La léwisite, en particulier, dont nous avons vu les puissantes propriétés agressives, sera une arme redoutable.

Ce toxique, de même que les autres arsines vésicantes, attaque la peau, les muqueuses, imprègne les vêtements, le cuir. Il crée une véritable épidémie chimique.

La surprise étant la meilleure qualité d'une agression chimique, il est donc d'une extrême importance de se prémunir contre les effets de ces toxiques. Seuls, des vêtements imperméabilisés d'une façon spéciale, peuvent résister à l'action des vésicants.

En temps de guerre, chaque individu devrait donc posséder, en dehors du masque à gaz, un étui renfermant les effets nécessaires pour se préserver contre les vésicants.

Mais, actuellement encore, la protection contre ces gaz n'est pas encore réalisée d'une façon pratique.

Partant de l'observation que la toile cirée, seule, résiste aux vésicants (ypérite ou léwisite), on a fabriqué des vêtements imperméables en toile imprégnée d'huile de lin ou d'huile d'anthracène.

Mais le port de ces effets est pénible, car il arrête la transpiration et l'on peut craindre qu'en cas de forte dépense physique, ce revêtement compromette sérieusement l'activité du soldat.

Pour remplacer ces vêtements huilés, on a proposé récemment en Allemagne, des manteaux en toile caoutchoutée, en forme de tente, sans manches et

avec viseurs, qui ne servent qu'une fois et sont détruits après leur contamination.

Signalons aussi que des études sont actuellement conduites en Amérique pour imprégner les vêtements ordinaires de produits chimiques neutralisants contre la léwisite.

Une protection rigoureuse contre tout danger d'intoxication par gaz vésicant nécessiterait donc l'isolement complet du sujet du milieu extérieur.

Pour conclure, nous dirons qu'une telle protection individuelle est difficilement réalisable. Au contraire, la protection collective est assurée, aujourd'hui, de façon très efficace, par l'aménagement d'abris étanches. Ceux-ci permettent d'isoler un groupe d'individus du milieu extérieur souillé par le toxique. Ces abris sont d'une grande sûreté. Toutes les grandes agglomérations en possèdent.

TRAITEMENT PROPHYLACTIQUE

Le Professeur Achard écrivait en 1918 : « Quand un homme a été exposé à l'action de l'ypérite, l'idéal serait de pouvoir le désinfecter tout entier, lui, ses vêtements et son équipement ».

Ces mesures seraient aussi à préconiser après une attaque par arsines.

Nous savons, en effet, que la plupart des arsines imprègnent rapidement les vêtements, le cuir et, en

général, tous les objets soumis à leur action. Les arsines irritantes, bien qu'ayant une action fugace, sont utilisées sous forme de fines particules qui adhèrent très vite aux vêtements du gazé. Ces poussières pourront déclencher de nouvelles crises lorsque, à la faveur d'un mouvement, elles seront entraînées à nouveau dans l'atmosphère.

Quant aux arsines vésicantes, telles que la léwisite, leur facilité et leur rapidité d'imprégnation sont bien connues. En quelques minutes elles traversent les effets de l'intoxiqué, pour attaquer ensuite les téguments. De plus, les arsines vésicantes sont des gaz persistants. Pendant plusieurs semaines, elles peuvent garder leurs propriétés agressives.

C'est dire qu'avant tout traitement proprement dit d'un gazé par arsines, *il faut, dans le plus bref délai, supprimer toute trace du toxique*. C'est ce qu'on a coutume de désigner sous le nom de traitement prophylactique.

Le nettoyage aussi précoce que possible des gazés et des sujets suspects d'imprégnation toxique s'impose donc :

— d'une part, pour empêcher ou limiter le développement de l'intoxication chez le porteur de gaz ;

— d'autre part, pour prévenir la dissémination du poison dans la collectivité.

Il est évident que le complément indispensable de cette prophylaxie sera la désinfection du terrain, de l'habitat et de tous les objets souillés.

— Nous envisagerons surtout les mesures prophylactiques intéressant le gazé lui-même.

Deux cas sont à considérer selon que l'intoxication est due à une arsine irritante ou à une arsine vésicante.

Prophylaxie des intoxications par arsines irritantes.

On se trouve en présence d'un gazé présentant un syndrome d'irritation des voies respiratoires.

La première mesure à prendre, c'est de le sortir de la zone toxique, en le protégeant avec un masque. S'il ne peut pas le supporter, on aura recours à des moyens de fortune, tels que l'application d'un linge mouillé sur le nez et la bouche.

Dès que la zone dangereuse est franchie, il faut sans retard enlever les vêtements superficiels du malade, pour parer à la dissémination du toxique. Nous avons vu, en effet, avec quelle rapidité les poussières d'arsines irritantes imprégnaient les vêtements.

Les effets et les chaussures seront placés dans des récipients étanches et désinfectés ultérieurement.

Dès qu'ils sont ramenés à l'air libre, les irrités respiratoires guérissent le plus souvent tout seuls. Si les signes d'irritation sont très violents, on fera inhaler au gazé sur une compresse quelques gouttes du mélange chloroforme-ammoniaque.

— Il faut, enfin, insister sur le principe suivant : tout gazé par arsines devra être étroitement surveillé dans les heures qui suivent l'intoxication.

Le syndrome d'irritation précoce peut, en effet, précéder le développement d'une lésion plus ou moins grave de l'appareil respiratoire.

Prophylaxie des intoxications par arsines vésicantes (type Léwisite).

Cette prophylaxie est dominée par la nécessité de neutraliser le toxique dans le plus bref délai.

Tout sujet atteint par un gaz caustique est un vésiqué certain si, dans les 5 à 10 minutes qui suivent le contact, l'on ne pratique pas une désimprégnation active des téguments intéressés.

C'est donc une mesure d'extrême urgence à appliquer dès que le gazé est soustrait à l'atmosphère toxique.

La prophylaxie des arsines vésicantes repose sur le principe suivant : oxyder l'arsine, pour transformer ce composé arsénical trivalent en un composé de l'arsenic pentavalent, pratiquement inoffensif.

Actuellement encore, il n'existe pas de prophylaxie spécifique de ces arsines. Les méthodes employées pour atteindre ce but sont pratiquement les mêmes que celles qui sont préconisées pour l'ypérite. D'ailleurs, il en est de même pour tous les gaz caustiques, en général.

Les méthodes que nous allons décrire sont donc applicables à la léwisite et à toutes les arsines caustiques.

Connaissant l'action de ces toxiques, les mesures prophylactiques intéresseront simultanément la peau, les voies respiratoires et les yeux.

Prophylaxie de la peau.

Nous avons vu qu'il était indispensable, quel que soit le temps écoulé depuis l'agression chimique, de désinfecter entièrement le gazé et de changer ses vêtements.

La longue persistance du toxique sur les vêtements, le fait que le poison ne pénètre pas immédiatement à travers les tissus justifient la rapidité avec laquelle on doit supprimer toute trace de produit vésicant.

Tout vésiqué doit être considéré comme un contagieux grave. Ses vêtements, ses chaussures lui seront retirés, dès qu'il aura été amené hors de la zone toxique. Comme pour les arsines irritantes, ces objets seront disposés dans des récipients étanches, puis désinfectés.

La neutralisation des arsines vésicantes sur les vêtements peut se réaliser de différentes manières.

Pendant la guerre de 1914-1918, après l'apparition de l'ypérite, on avait recours à la méthode suivante : les vésiqués étaient déshabillés, savonnés de la tête aux pieds, douchés à l'eau tiède puis lotionnés avec une solution alcaline de bicarbonate de soude.

Mais, plus tard, pour parer au manque d'eau sur les premières lignes, on préconisa le chlorure de chaux sec.

Signalons que les Russes utilisaient des tampons d'ouate imbibés de pétrole. Cette mesure était complétée, à l'arrière, par un savonnage complémentaire.

Actuellement, les méthodes de neutralisation du toxique sont les suivantes : les arsines, comme la plupart des gaz vésicants, étant utilisées sous forme de liquide ou de vapeurs, il est évident qu'on cherchera d'abord à absorber les traces visibles du toxique, à l'aide de divers produits : coton hydrophile, ou, à défaut, papier buvard.

Puis, on pourra appliquer sur la peau différents produits neutralisants.

À distance des lésions, le meilleur produit reste encore le chlorure de chaux sec. Mais on doit éviter l'application au niveau des muqueuses et surtout aux endroits où la peau n'est pas apparemment saine. Le médecin-colonel O. Muntsch, de la Reichswehr, préconise, à la place du chlorure de chaux, une pommade neutralisante « Lostexsalbe ». Cet onguent contient 5 parties de dichloramine T pour 95 parties d'un excipient spécial. Mais il présente un inconvénient important : il n'est efficace que s'il est appliqué, au plus tard, six à huit minutes après l'intoxication. Ceci représente évidemment un délai très court, quand on songe au temps nécessaire à transporter le gazé.

En France, on préconise actuellement l'emploi d'onguents prophylactiques qui remplaceraient le chlorure de chaux.

Moynier, Kerny et Péronnet ont notamment préparé un onguent à base d'hydrocarbures et de substances

riches en chlore actif. Dans une autre formule, ils ont utilisé comme substance extractive une huile sulfurée naturelle. Ces divers mélanges auraient une action supérieure à celles de toutes les substances détoxiquantes employées jusqu'à ce jour.

— A côté du chlorure de chaux et de ces onguents, on peut encore employer : l'hypochlorite de calcium à haut titre, en frictions.

Dans les régions où la peau est épaisse, la bouillie de chlorure de chaux à 25 % pourra aussi être utilisée.

Dans les régions où la peau est fine, on lui préférera les lavages avec des solutions chlorées : liqueurs de Carrel-Dakin, Labarraque, etc... A défaut, on se servira d'eau de Javel du commerce diluée de telle façon que la solution utilisée titre 5 degrés chlorométriques environ.

Quelques liquides dissolvants, tels que benzène, tétrachlorure de carbone ont été proposés. Mais ces neutralisants ne sont guère à conseiller, leur manipulation n'étant pas sans danger.

Quel que soit le produit employé, il est indiqué de faire suivre son application d'un lavage à l'eau chaude, avec, si possible, savonnage.

Certains auteurs estiment que ce savonnage est un temps capital de la désimprégnation toxique. Dans toute opération de détoxication, il faut, en effet, tenir compte non seulement de l'activité chimique du produit neutralisant, mais encore de la quantité de poison qui imprègne la peau. Après une forte imprégnation de la peau, il est donc nécessaire de faire agir

une concentration de corps neutralisant assez élevée. Or, un onguent, pauvre en chlore et utilisé en couche mince, est incapable de fournir cette concentration. Il peut donc retenir une certaine charge toxique. C'est dire l'importance du savonnage terminal.

L'utilisation de savons chlorés présente, en outre, l'avantage de diluer le caustique accessible dans une grande masse de détoxifiant.

En pratique, les divers produits de neutralisation que nous venons d'énumérer ne seront pas employés indifféremment.

Sur le terrain, aussitôt après le moindre contact suspect, on utilisera, de préférence, le chlorure de chaux sec ou l'onguent de l'armée. Les régions cutanées, soupçonnées d'être atteintes, seront ainsi immédiatement protégées.

Dans un second temps, on procèdera à la véritable détoxification. Ce dégazage complet du corps aura lieu dans les centres spécialement aménagés à cet effet. C'est alors qu'on aura recours au lavage avec solutions ou savons chlorés. Les vêtements et les chaussures du vésiqué seront désinfectés, en même temps, dans des étuves réservées à cet effet.

Désinfection des yeux.

On doit la pratiquer en même temps que celle de la peau.

On préconise, actuellement, l'emploi de lavages avec une solution neutralisante de permanganate de

potassium à 1 pour 2.000, dans du sérum physiologique. Cette opération est complétée par un lavage avec une solution de bicarbonate de soude à 22.5 pour 1.000.

La désinfection est réalisée à l'aide d'un bock-laveur avec canule spéciale ou d'un flacon-burette.

Désinfection des voies respiratoires.

Elle est beaucoup plus difficile à réaliser. On a cependant préconisé les gargarismes avec de l'eau bicarbonatée à 25 p. 1.000 ou des lavages avec des solutions chlorées étendues.

Les Américains ont essayé de neutraliser l'action des arsines, au niveau des voies respiratoires, en transformant ces composés arsénicaux trivalents en composés pentavalents, pratiquement inoffensifs. Pour ce faire, ils proposent de faire respirer les intoxiqués pendant une demi-heure, dans une atmosphère contenant 15 milligrammes de chlore par mètre cube.

Cette méthode aurait donné chez eux d'excellents résultats. L'expérience en France a été beaucoup moins encourageante.

Enfin, cette prophylaxie des voies respiratoires sera complétée par l'instillation nasale de quelques gouttes d'huile goménolée à 5 p. 100 et par l'ingestion d'un verre d'eau bicarbonatée qui a l'avantage de prévenir les troubles digestifs.

— Il n'est pas besoin de dire que, dans la conduite de cette prophylaxie des vésiqués, il faudra s'entourer des précautions les plus minutieuses. Les infir-

miers qui assurent la relève des gazés devront, au préalable, avoir revêtu les vêtements imperméabilisés. Pendant la désinfection proprement dite, ils devront éviter de se contaminer eux-mêmes, en ne touchant aucun endroit suspect avec la main nue.

Ils se protégeront les mains avec des gants de caoutchouc et les désinfecteront après chaque opération.

Désinfection générale.

Toute détoxication de vésiqué doit s'accompagner de la désinfection de ses vêtements. Ceux-ci seront placés dans une étuve type Geneste et Herscher, et soumis à l'action de la vapeur d'eau sous pression à 120°.

A défaut d'étuve, ils seront trempés, pendant deux heures environ, dans de l'eau très chaude.

Les chaussures ne peuvent être mises dans une étuve à vapeur parce qu'elles y seraient détériorées. Elles seront désinfectées par le poudrage au chlorure de chaux.

— Si l'attaque par arsines vésicantes a pour objet une agglomération ou une ville, il est évident que toutes les zones touchées par les gaz ne pourront être réhabitées qu'après désinfection complète. C'est ainsi que les rues, les espaces découverts, les appartements devront être désinfectés.

L'étude des divers moyens employés pour atteindre ce but dépasse le cadre de cet ouvrage. Rappelons, seulement, que pour neutraliser le toxique, la plupart

de ces procédés utilisent la bouillie de chlorure de chaux, qu'on fait suivre d'un lavage à grande eau.

— Enfin, il faut insister sur le fait que la désinfection des aliments et de l'eau, souillés par les arsines, ne se pose pas.

— Tous *vivres* empoisonnés par ces toxiques doivent être *détruits*. De même, l'eau soumise à l'action des arsines devient *inutilisable*, même après ébullition, en raison de la persistance de l'arsenic.

Il est à remarquer, par contre, que les aliments et l'eau souillés par l'ypérite sont plus facilement récupérables. C'est ainsi que l'eau peut être consommée après une ébullition prolongée (45 minutes à une heure).

Quant aux denrées alimentaires, un examen spécial doit préciser dans quelles mesures elles sont récupérables.

TRAITEMENT CURATIF

Les soins prophylactiques envisagés dans le chapitre précédent ne constituent qu'une étape dans la conduite du traitement des gazés par arsines.

Il n'est pas besoin de souligner l'extrême importance de ces mesures puisqu'elles visent à limiter les effets de l'intoxication, en neutralisant le poison dans le plus bref délai.

Mais, dans bien des cas, le toxique aura déjà fait

son œuvre. Selon la variété d'arsines employées, tantôt on verra persister des signes d'irritation respiratoire, tantôt on assistera au développement de lésions des tissus.

Il ne s'agit plus alors d'un simple gazé, mais d'un véritable blessé qu'il faut hospitaliser. Il doit être surveillé attentivement et être l'objet d'une thérapeutique précise.

Le toxique ayant été défini, on pourra mettre en œuvre une médication antidotique spécifique. Sachons, cependant, qu'il ne faut pas trop se reposer sur l'identification du gaz en cause. On sait la lenteur de la détection et même les erreurs auxquelles elle donne lieu, en cas de panachage chimique. Sans attendre le résultat de cette recherche, il faudra donc commencer à traiter le blessé selon les troubles généraux et l'aspect des lésions qu'il présente.

Traitement des intoxications par arsines irritantes

A la concentration moyenne du champ de bataille, d'ailleurs très faible pour ces composés (1 milligramme par mètre cube pour la diphénylchlorarsine), les arsines irritantes sont exclusivement des irritants respiratoires.

Dès que le gazé a franchi la zone toxique, les symptômes d'irritation s'amendent progressivement. Sur le terrain, avant même de l'avoir amené au poste de se-

cours, il sera bon de lui faire inhaler quelques gouttes du mélange suivant :

Chloroforme 5 gouttes.

Ammoniaque 5 gouttes. •

Ether 10 volumes.

Alcool à 90° 80 volumes.

La première inhalation entraîne souvent une sensation de brûlure très vive, mais rapidement lui fait place une sensation de bien-être.

La sédation de tous les signes d'irritation survient, en général, rapidement. Ce serait, cependant, une faute grave de ne pas surveiller étroitement ces gazés.

Dans certains cas, en effet, les troubles persistent.

— On essaiera de calmer l'excitation réflexe des voies aériennes supérieures, en faisant inhaler à nouveau quelques gouttes du mélange chloroforme-ammoniaque.

— Pour lutter contre la congestion de la muqueuse nasale, des pommades anesthésiques sont à conseiller. Parmi elles, il faut retenir les bons effets de la vaseline contenant de la stovaine et de l'éphédrine dans les proportions respectives de 6 % et 5 %.

— Contre la toux rebelle, on utilisera :

— soit des pilules de codéine (2 à 3 dans les heures qui suivent l'inhalation) ;

— soit des perles d'éther (à prendre de dix en dix minutes).

— Pour calmer l'irritation de la gorge, des gargarismes tièdes au borate de soude sont indiqués.

— Si des particules d'arsines ont atteint les yeux,

on pratiquera des lavages abondants avec une solution de permanganate de potasse à 1 pour 2.000. Si la douleur persiste, instiller deux gouttes de collyre à la cocaïne-adrénaline. On pourra aussi utiliser le collyre anesthésiant suivant :

Butelline 2 p. 100

Cocaïne 1 p. 100

Novocaïne 2 p. 100

— Enfin, il ne faut pas omettre de traiter les troubles gastro-intestinaux qui témoignent de l'intoxication arsénicale. La magnésie étant un antidote de l'arsenic, on donnera à prendre au malade, toutes les 3 à 4 heures, quelques cuillerées à soupe du mélange :

Magnésie 1 cuillerée à soupe

Lait concentré 4 cuillerées à soupe.

Eau bouillie, q. s. p. 500 cc.

On pourrait aussi utiliser la potion de Jeannel. L'alimentation sera pendant quelques jours exclusivement lactée.

Tel est le traitement à appliquer aux intoxications par arsines irritantes, type diphénylchlorarsine. Mais il ne vaut que si le toxique est employé, à la concentration militairement utile, pour obtenir son effet.

Si la concentration dépasse un certain taux, l'arsine se comportera non seulement comme un irritant, mais aussi comme un suffocant et même un vésicant. C'est alors que se pose le traitement de ces intoxications. Ce sont les signes cliniques qui orienteront la thérapeutique.

— Il faut enfin savoir que les arsines irritantes sont

susceptibles d'être mélangées à un autre toxique plus agressif, à un vésicant en particulier.

C'est dire qu'on ne saurait trop insister sur la nécessité de surveiller pendant plusieurs jours tout irrité respiratoire.

Un vésicant insidieux, qui n'avait pas été identifié lors de l'agression chimique, peut se manifester secondairement et créer des troubles d'intoxication grave.

Traitement des intoxiqués par arsines vésicantes

Beaucoup plus difficile est le traitement des intoxications par arsines vésicantes.

On sait les propriétés particulièrement agressives de la léwisite, qui constitue le type de ces arsines. Ce toxique se comporte non seulement comme un vésicant, mais encore comme un irritant, un suffocant, un toxique général. Cette arsine redoutable agit sur tous les appareils de l'économie.

Son pouvoir destructeur est bien supérieur à celui de l'ypérite. En particulier, l'expérience a montré qu'il suffisait de cinq minutes de respiration dans une atmosphère contenant 300 milligrammes de léwisite par mètre cube pour produire des lésions pulmonaires mortelles chez un adulte dont la ventilation serait de 8 litres-minute.

Bien que la léwisite n'ait pas fait son apparition dans la guerre chimique, il est certain qu'elle sera utilisée à des concentrations bien inférieures. Mais le toxique n'en conservera pas moins ses redoutables propriétés.

Si l'on envisage le cas où ces arsines vésicantes réalisent leur plein effet, il faudra donc traiter simultanément :

- la vésication,
- la suffocation,
- l'irritation des voies respiratoires,
- les signes d'intoxication générale.

I. — Traitement de la suffocation.

Il convient de l'étudier, en premier lieu, parce que c'est un traitement d'*extrême urgence*.

Ces signes de suffocation s'observeront évidemment chez les sujets qui ont un masque mal ajusté ou qui n'en ont pas.

Dans de tels cas, il faut avant tout arrêter les progrès de l'intoxication, ajuster le masque, soutenir le cœur au besoin par un tonicardiaque et soustraire rapidement le gazé à l'atmosphère toxique. Pendant le transport, l'immobilisation la plus absolue doit être respectée. L'intoxiqué ne doit pas marcher : il doit être transporté sur brancard.

Au poste de secours, l'intoxiqué doit être soumis à un repos complet, quel que soit son état apparent.

Le traitement comporte alors trois temps essentiels.

1° LA SAIGNÉE. — C'est le traitement *capital, d'extrême urgence*, à appliquer chez tout suffoqué. C'est une mesure plus pressante encore que l'inhalation d'oxygène.

C'est, en effet, la saignée qui va lever les obstacles apportés à la circulation.

— Elle constitue l'un des moyens les plus efficaces de prévention de l'œdème pulmonaire.

— Elle doit être *précoce et abondante* (500 centimètres cubes au moins).

En raison de l'état visqueux, hypercoagulable du sang des suffoqués, le trocart est souvent insuffisant pour pratiquer cette saignée. Il ne faudra pas hésiter à se servir du bistouri pour disséquer la veine et l'ouvrir dans le sens de la longueur.

Si la quantité de sang recueilli est insuffisante, l'opération devra être renouvelée au bout de quelques heures.

Il est à remarquer qu'une injection préalable de caféine favorise souvent l'écoulement sanguin.

2° L'INHALATION D'OXYGÈNE. — Cette mesure a pour but de combattre l'anoxémie et sera toujours associée à la saignée.

Pour relever ce défaut d'oxygène dans le sang artériel, l'inhalation doit être pratiquée de la façon suivante :

a) Elle doit être *précoce*, avant même l'apparition de cyanose ou de dyspnée ;

b) Elle doit être *discontinue* : la donner par exem-

ple, pendant un quart d'heure ; puis suspendre un quart d'heure ;

c) Elle doit être *prolongée*, jusqu'à ce que les signes de suffocation soient disparus.

Cet oxygène ne sera jamais administré sous pression, afin d'éviter la production possible d'emphysème pulmonaire ou médiastinal.

— En ce qui concerne l'adjonction de CO_2 à l'oxygène, les avis restent encore très partagés. Certains auteurs le contre-indiquent en raison de l'acidose qu'il aggraverait et de l'exacerbation de l'œdème qu'il provoquerait. Le médecin-général Cot conseille, au contraire, l'administration de faibles doses de CO_2 , tout au moins à la première phase de l'œdème.

De nombreux appareils ont été mis au point pour assurer ces inhalations d'oxygène. Ils sont, en général, simples ; leur fonctionnement est contrôlable, mais ils devront toujours être confiée à un personnel averti et entraîné.

3° LES TONICARDIAQUES. — Leur but est de soutenir le cœur et doivent toujours compléter le traitement d'urgence. Suivant les cas, on aura recours : à la digitale, la caféine et surtout l'ouabaïne (1/4 milligramme en injection intra-veineuse).

Enfin, tous les moyens susceptibles de réchauffer le gazé seront mis en œuvre, chauffage de la chambre, bouillottes, boissons chaudes.

Contre l'angoisse et l'agitation, on donnera des perles d'éther (1 toutes les 10 minutes). L'usage de morphine ou de chloral est contre-indiqué.

Pour essayer d'enrayer l'apparition d'œdème pulmonaire, on a conseillé de donner au suffoqué, de l'ipéca, à doses vomitives; mais il faut que le pouls soit suffisant et que le malade ne soit pas sous la menace d'une syncope. Les Allemands ont encore préconisé, contre l'œdème, le chlorure de calcium, les injections intraveineuses de sérum glucosé hypertonique. Ces différentes médications, expérimentées dans nos laboratoires, ne semblent pas avoir donné de résultats dignes d'être retenus.

Enfin, on sait que les suffocants sont générateurs d'acidose, contre laquelle on luttera par l'administration d'alcalins. A cet effet, il conviendra de faire ingérer aux suffoqués, par verres à Bordeaux, une solution de bicarbonate de soude à 25 p. 1.000 jusqu'à réaction neutre des urines.

— Toutes les mesures précédentes constituent, en quelque sorte, une thérapeutique d'urgence. Le traitement devra encore s'efforcer de prévenir les complications qui pourraient survenir, en particulier la pneumonie.

La désinfection des voies aériennes supérieures à l'aide d'huile goménolée, les fumigations antiseptiques n'ont pas d'autre but.

II. — Traitement des lésions de la peau et des muqueuses (ou vésications).

Les soins prophylactiques que nous avons étudiés ont permis de neutraliser le toxique. Si ce traitement préventif a limité l'étendue de l'intoxication, des lé-

sions définitives sont déjà constituées dans de nombreux cas. Il s'agit de véritables brûlures dont on va suivre l'évolution. Le traitement en est souvent difficile.

A. — TRAITEMENT DES LÉSIONS CUTANÉES.

1° *Au début* : stade de congestion, d'érythème, différents produits peuvent être utilisés :

a) *Pansements humides*, avec une solution de permanganate de potassium à 10 ou 15 p. 1.000.

Les pansements seront renouvelés trois ou quatre fois dans les 24 heures.

b) *Poudres*, telles que :

Oxyde zinc	} aa 200 grammes.
Carbonate de chaux	
Carbonate de magnésie	
Talc	400 grammes.

ou encore :

Oxyde de zinc	} aa 300 grammes.
Acide borique	
Amidon	
Talc	

c) *Pommades* : percaïnal à 1 p. 100, qui possède de puissantes propriétés anesthésiantes et permet de lutter contre le prurit intense.

On peut aussi appliquer le liniment oléo-calcaire,

l'huile goménolée, la pâte à l'eau. Des pommades à base de peroxyde de titane ont été encore proposées.

2° *A la période d'état* : stade de phlyctènes.

Il est de règle de chercher à obtenir la cicatrisation de ces lésions phlycténulaires, sans rupture de la pellicule qui les recouvre. On peut espérer y arriver, grâce à un pansement protecteur et à l'immobilisation.

En fait, il faut, le plus souvent, ouvrir ces phlyctènes *aseptiquement*. La plaie ainsi mise à nue sera traitée avec des solutions, telles que liqueurs de Dakin, Labarraque, suivies de l'application soit d'huile goménolée, soit de tulle gras ou de pâtes diverses.

A l'huile goménolée, les auteurs belges préfèrent la vaseline ichtyolée au centième, la vaseline au chlorure de chaux ou simplement l'huile camphrée.

3° *A un stade plus avancé* : véritable nécrose.

Il faut utiliser tous les moyens susceptibles d'aider à l'élimination des tissus détruits tout en permettant la cicatrisation.

Pour atteindre ce but, l'emploi, en irrigations, de solutions chlorées est à conseiller. On peut encore utiliser l'eau d'Alibour au 1/10 ou au 1/5.

Lorsque le tissu nécrosé aura été éliminé, la plaie sera nettoyée avec du sérum physiologique, puis elle sera pansée, soit à l'aide de tulle gras, soit avec des pommades inertes.

Lustig préconise le mélange suivant :

Infusion de graines de lin . . . 1.000 grammes

Chlorure de sodium 9 grammes

Pour hâter la cicatrisation, il est classique de recommander l'héliothérapie. En dehors de son action favorable sur la cicatrisation, elle calme les douleurs et l'insomnie. Certains auteurs, cependant, déconseillent ce traitement, en raison des brûlures secondaires que peut provoquer le rayonnement solaire.

De nombreuses pommades ont été proposées, par ailleurs, pour favoriser la cicatrisation. Des mélanges à base de thymol, de chlorure de sodium, de magnésium sont utilisés dans ce but.

La vitaminothérapie semble donner d'excellents résultats et doit être retenue. C'est à la vitamine A que s'adresse cette méthode. Le pouvoir trophique de cette vitamine pour les tissus de revêtement est bien démontré aujourd'hui.

On utilisera donc la vitamine A, sous forme d'applications locales. A défaut de solution de cette vitamine, on s'adressera tout simplement à l'huile de foie de morue.

B. — TRAITEMENT DES LÉSIONS OCULAIRES

On recherchera d'abord à évacuer les produits résultant de l'inflammation locale. A cet effet, on aura recours à des lavages oculaires, à l'aide de solutions de permanganate (1 p. 4.000) ou de bicarbonate de soude à 22,5 p. 100.

— *Contre la douleur*, on instillera une à deux gouttes de collyre anesthésiant, à base de novocaïne. On pourra employer comme anesthésique de surface la larocaïne en collyre à 2 ou 3 p. 100.

— *En cas de lésion cornéenne*, on instillera, matin et soir, une goutte de collyre au sulfate neutre d'atropine.

— *Sur les paupières brûlées et tuméfiées*, on utilisera avec profit les pulvérisations d'eau bouillie ou encore la pommade alcaline composée, à parties égales, de talc, carbonate de chaux, eau de chaux et glycérine.

Quant aux lésions de l'appareil de la vision proprement dit, leur traitement relève du spécialiste.

C. — TRAITEMENT DES LÉSIONS TRACHÉO-BRONCHIQUES

C'est peut-être le traitement le plus difficile. Il se réduit à une antisepsie minutieuse des voies aériennes supérieures. L'huile goménolée instillée dans la trachée agit favorablement.

On peut encore avoir recours à des inhalations de vapeur d'eau bouillante, avec quelques gouttes d'un mélange du type :

Baume du Pérou	4
Teinture d'eucalyptus	20
Alcool	100

ou encore :

Thymol	5 gr.
Essence d'eucalyptus	
Teinture de badiane	à 10 gr.
Teinture de benjoin	
Alcool à 90°, q. s. p.	150 gr.

Contre les douleurs laryngées, on insufflera une poudre calmante à base de cocaïne et morphine.

Les enveloppements chauds et humides du thorax et de la gorge ont une action sédative très marquée. On les complètera par l'administration de potions calmantes à la codéine ou à la dionine.

On doit, enfin, favoriser l'évacuation de l'exsudat fibrino-leucocytaire. Certains auteurs, comme Buscher, préconisent la protéinothérapie à l'aide de sérum de cheval. On aurait constaté, après leur emploi, que les fausses membranes se détachent plus rapidement.

Quant à l'évacuation des exsudats bronchiques, elle sera aidée par l'emploi de potions expectorantes.

Ces différents traitements des lésions de la peau et des muqueuses devraient toujours être complétés par une médication calmante. La douleur occupe, en effet, la première place chez les vésiqués.

Il faudra donc calmer, dans la plus large mesure, ces phénomènes douloureux. Parfois même ce traitement primera tous les autres.

Sur les téguments, on aura recours à des pommades contenant des anesthésiques comme la percaïne la stovaïne.

A la phase de cicatrisation pour lutter contre le prurit, on pourra utiliser des solutions à base d'alcool et de glycérine. Citons le mélange proposé par Vadder : glycérine, 4; alcool, 96; alcool benzylique, 100.

Contre les spasmes oculaires, les collyres à base de novocaïne seront utilisés avec profit.

Enfin, les douleurs des voies aériennes supérieures seront calmées par l'insufflation d'une poudre mor-

phinée contenant, à parties égales, du chlorhydrate de morphine, du lactose, de l'acide borique et de la gomme pulvérisée.

D. — LUTTE CONTRE L'INFECTION SECONDAIRE

L'infection secondaire domine tout le pronostic des vésiqués. On doit tout mettre en œuvre pour l'éviter. On y parviendra par une antiseptie minutieuse du blessé.

Les vésiqués devront être hospitalisés dans des locaux spéciaux, où ils seront isolés en box. Au besoin, on imprégnera l'atmosphère des locaux avec des mélanges antiseptiques.

Le rhino-pharynx et la bouche seront désinfectés deux fois par jour.

Les plus grandes précautions seront prises au moment de l'application des pansements sur les vésications cutanées ou muqueuses.

Si, malgré ces mesures des lésions infectieuses de la peau ou des voies respiratoires s'installent, il faudra les traiter par les moyens biologiques ou chimiques adéquats en ayant soin de choisir ceux qui sont le moins offensifs pour les tissus de revêtement.

III. — Traitement de l'irritation des voies respiratoires.

Nous ne reviendrons pas sur ce traitement qui a déjà été étudié à propos des arsines irritantes — Dans les intoxications par arsines vésicantes ce traitement se confond avec celui des lésions trachéo-bronchiques.

IV. — Traitement de l'intoxication générale.

On ne saurait achever la thérapeutique des vésiqués par arsines sans traiter les phénomènes d'intoxication générale que crée l'arsenic.

Cette intoxication se manifeste avant tout par des troubles gastro-intestinaux aigus : vomissements, diarrhée profuse.

a) TRAITEMENT DES TROUBLES GASTRO-INTESTINAUX.

La nature arsénicale du toxique ayant été précisée, on luttera contre ces symptômes par une médication antidotique spécifique.

A cet effet, on peut utiliser la classique potion de Jeannel :

Liqueur n° 1 : sulfate de fer, 60 gr.; eau distillée, 250 gr.

Liqueur n° 2 : magnésie calcinée, 15 gr.; eau distillée, 250 gr.

Au moment de l'emploi, on mélange les deux liqueurs et on agite vigoureusement pour maintenir l'hydrate ferroso-ferrique en suspension.

Cette potion sera administrée par cuillerée à soupe, toutes les 10 minutes.

A défaut de cette potion, on aura recours au lait de magnésie :

Hydrate de magnésie, 30 gr.; eau de chaux, 150 gr.

Ce traitement sera complété par la diète hydrique et le régime lacté.

b) TRAITEMENT DES TROUBLES RÉNAUX.

On sait les lésions rénales importantes qu'entraînent les intoxications par arsines. L'oligurie, l'albuminurie, la cylindrurie en témoignent.

Pour lutter contre ces troubles, on aura recours au sérum glucosé hypertonique, soit en goutte à goutte rectal, soit en injections intra-veineuses. On évitera d'employer tout diurétique susceptible de déterminer une irritation ou altération de l'épithélium rénal. A cet égard, les diurétiques mercuriels semblent dangereux à utiliser.

c) TRAITEMENT DES TROUBLES NERVEUX.

L'atteinte du système nerveux est fréquente chez les vésiqués. L'agitation, l'angoisse, dominant souvent le tableau clinique. Les sédatifs auxquels on aura recours sont variés. On évitera, cependant, les médications opiacées qui présentent des inconvénients réels. On utilisera, plus volontiers, les hypnotiques, type barbituriques, tels que le gardénal.

Pour certains auteurs, ces hypnotiques ne seraient pas seulement des médicaments symptomatiques. Ils entreraient aussi dans le cadre d'une thérapeutique pathogénique.

A l'appui de cette théorie, on a, en effet, constaté que les barbituriques empêchaient dans certains cas, l'œdème, dû aux caustiques suffocants. La mort des animaux soumis à l'action de ces toxiques serait retardée par l'injection de barbituriques.

d) TRAITEMENT GÉNÉRAL.

En étudiant la physiologie pathologique des intoxications par arsines, nous avons vu qu'elles étaient génératrices d'acidose.

Celle-ci sera combattue par l'administration d'alcalins. On s'adressera au bicarbonate de soude qu'on fera ingérer jusqu'à réaction neutre des urines. On pourrait encore l'employer en instillations rectales sous forme de solutions iso ou hypertoniques.

Enfin, le traitement général pourra être complété par la vitaminothérapie. Le Professeur Héderer propose de l'utiliser en injections intra-musculaires profondes : 1/2 centimètre cube chaque jour pendant huit à dix jours, dès le début des lésions.

V. — Traitement des complications et des séquelles.

Cette thérapeutique dépasse le cadre de cet ouvrage. Les complications tardives : pneumonie, broncho-pneumonie, gangrène pulmonaire, seront traitées avec les moyens habituels. Pourtant, si ces complications surviennent pendant l'hospitalisation du vésiqué, il conviendra de l'isoler complètement.

Quant aux séquelles tardives des intoxications par arsines, leur traitement sera très varié.

Les séquelles pulmonaires seront certainement les plus nombreuses. Au premier rang d'entre elles, il faut placer la bronchiectasie, la laryngite chronique. Les cures dans les stations thermales sulfureuses ne pourront donner que de bons résultats.

D'heureux effets pourront aussi être obtenus par la gymnastique respiratoire. Les Américains proposent le séjour dans les atmosphères suroxygénées sous forme d'air comprimé ou simplement enrichi en oxygène.

Enfin, les séquelles cutanées oculaires, digestives, nerveuses, seront l'objet de traitements multiples et prolongés. Il est à craindre que les résultats obtenus restent bien décevants.

Malgré tous les progrès réalisés jusqu'à ce jour, on ne peut nier la difficulté du traitement des intoxications par arsines. Cela tient à ce qu'on n'a pas pu trouver encore de thérapeutique véritablement spécifique de cette intoxication.

Si on peut opposer une médication antidotique précise aux phénomènes généraux que crée l'empoisonnement par l'arsenic, le traitement des lésions locales devra s'appuyer non pas tant sur le toxique en cause que sur l'aspect même et le siège de ces lésions.

Dans tous les cas, les blessés gazés devront subir de longues semaines d'hospitalisation. Même guéris de leurs blessures, leur activité ultérieure sera souvent compromise par l'existence de séquelles importantes.

Il faut bien se dire que les résultats ne seront pas toujours ceux qu'on espérait. C'est dire qu'on devra mettre tout en œuvre pour limiter les effets destructeurs des arsines vésicantes. On y parviendra en neutralisant le toxique dans le plus bref délai. La prophylaxie précoce sera toujours le but à poursuivre.

CONCLUSIONS

En venant s'ajouter à la liste déjà longue des gaz de combat, les arsines ont apporté avec elles de nouvelles et puissantes propriétés agressives.

Les nouvelles arsines vésicantes, la léwisite en particulier, doivent être rangées parmi les plus redoutables toxiques de guerre.

Elles sont encore mal connues, puisqu'elles n'ont pas subi l'épreuve du combat. Mais les résultats de l'expérimentation permettent de conclure qu'elles exerceraient sur l'organisme humain une action destructrice bien supérieure à celle de l'ypérite.

A une concentration très faible, elles s'attaquent à tous les appareils de l'économie. Leurs propriétés à la fois irritantes, vésicantes, suffocantes et toxiques générales ont été précisées au cours de cette étude.

La protection contre ces toxiques est réalisée aujourd'hui, de façon efficace. Mais on ne saurait trop insister sur les difficultés qu'il a fallu surmonter pour se protéger contre les arsines solides et, en particulier,

contre l'adamsite, qui se caractérise par l'extrême ténuité de ses particules.

Les masques ordinaires étant perméables à ces poussières extrêmement irritantes et toxiques, il a été nécessaire de créer des dispositifs anti-arsines. Tous les masques modernes en sont munis.

Ces dispositifs sont de véritables filtres qu'on adapte sur la cartouche. Ils sont constitués par des disques de papier d'alfa à grain très serré. Ces disques sont percés en leur centre et réunis les uns aux autres alternativement, par leur circonférence et par le pourtour de l'orifice central, suivant un dispositif en chicane. Le dernier disque n'est pas perforé, de sorte que l'air inspiré, arrivant par le tuyau central, se répartit et passe obligatoirement à travers les différentes feuilles.

La protection des voies respiratoires est donc actuellement assurée contre toute agression chimique par les arsines.

S'il s'agit d'arsines vésicantes, la protection individuelle sera complétée par le port de vêtements imperméabilisés semblables à ceux qui sont préconisés contre tous les gaz vésicants.

Si ces mesures de protection ne sont pas respectées, le toxique fera son œuvre. Le traitement des intoxications par arsines reste celui qui a été indiqué.

Rappelons, en terminant, que dans tous les cas, ce sera un traitement d'urgence.

On recherchera toujours à limiter le développement de l'intoxication par la neutralisation précoce de l'arsine en cause.

Vu :

LE DOYEN :

TIFFENEAU.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :

Léon BINET.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRESCU. — « La Léwisite » (*Antigaz*, 1936, 1-2 Bucarest).
- BANNISTER (M.). — Poisoning by arsine. (*Brit. Med. Journ.* London, 1920, II, p. 476.)
- BUDELMANN G. — Zur Klinik einiger chemischer Inhalations (Blankrenz Grünkrenz, Gelbrenzsoffe, Kohlenoxyol, Benzol). (*Med. Klin.* 34 : 1029, 5 août 1938, 1064, 12 août 1938.)
- BURTON et GIBRON. — « Action des arsines primaires ». (*J. of Chemical Soc.*, 1926, pp. 464-470.)
- BUSCHER. — « Grün und Gelb Kreuz ». (1 volume, Himbelheber, Hambourg, 1932.)
- CARBONESCHI C.-L. — Venenos gasesos; hidrogeno arseniado; hidrogeno antimoniado. (*Semana Med.* I : 760-763, 7 avril 1938.)
- Chemical aspects of gas warfare.* — The medical department of the United States army in the world war, vol. XIV war department; 1926.)
- COT C.. — Les asphyxies de temps de paix et du temps de guerre. Lorillot, Paris, 1932.
- DAUTREBANDE L. — Les gaz toxiques. Masson et Cie, Paris, 1933.
- DEROBERTE L. — Deux cas de parotidites consécutives à l'inhalation d'arsines. (*Sté de Méd. Légale de France*, Séance du 3 novembre 1937, in *Ann. de Méd. Légale de Crim. et de Police scientifique*, 17^e ann. n° 10 décembre 1937.)

- DURAND. — Intoxication des aérostiers par l'hydrogène arsenié. (*Ann. d'Hygiène*, Paris, 1900, 3^e sér., XLIV, p. 35-38.)
- DENIGES G. — « Sur un papier réactif très sensible pour la recherche du mercure, de l'arsenic et de l'antimoine. » (*Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, f. 3, 1931, p. 157.)
- FEGLER. — « Action de la léwisite par voie intra-veineuse. » (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. 100, pp. 218-221, 1929.)
- FLURY (F.) et ses collaborateurs. — *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*. 1921, 13, I, 579.
- FLURY. — « Schädliche gase ». (Springer, édit., Berlin, 1931, p. 187.)
- FRIEST A. et WEST C. — *Chemical Warfare*. Mc Graw. Hill book C°, London, 1921.
- GRYSZKIEWICZ, TROCHIMOWSKY et SIKORSKI. — « Sur les propriétés de l'arsenic. » (*Bull. Soc. Chim.*, 41, p. 1570, 1927.)
- HEDERER C. et ISTIN. — L'arme chimique et ses blessures, 1934.
- JACKSON. — « Les arsines chloroviniques. » (*Chem. Reviews*, New-York, juin 1935.)
- LEWIS et STIEGLER. — « The chlorovinylarsines. » *J. Am. Chem. Soc.*, 47, pp. 2546-2556, 1925.)
- LEWIS et PERKINS. — « The chlorovinylarsines. » (*Ind. Eng. Chem.*, 15, pp. 290-295, 1923.)
- LABES. — « Empoisonnement avec les arsines. » (*J. of Industrial Hygiène*, IX, p. 202, 1927.)
- LABAT A., DUFILHO E. — « Préparation, propriétés, détection des arsines. » (*Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 1933, fasc. II, p. 113). Analyse in : *Arch. de Méd. et de Pharm. Militaires*, t. CII, n° 1, janv. 1935.)
- LUSTIG. A. — Effect of war gas, arsine (hydrogen arsenide) on skin. (*Sperimentale Arch. di Hof.* 86 : 155, 173, 1932.)

- LUSTIG A. — Intorno alle arsine aggressive belliche. (*Policlino*, 42 : 563-567. March 25, 1935.)
- MAGNE H. et CORDIER D. — Les gaz de combat. (Baillière et Fils, 1936.)
- MALJEAN. — Intoxication par le gaz hydrogène arsénié chez les aérostiers. *Arch. de Médecine et Pharm. Milit.*, Paris, 1900, XXXV, p. 82-102.)
- MUNTSCH O. — Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfgaser Krankheiten. Georg Thieme, Leipzig, 1934.
- PELLEGRINI O. — Sul comportamento della glicemia e dell'acidosi in animali intossicati con la lewisite. (*Gior. di Med. Mil.* 78 : 301-307, juin 1930.)
- PÉRONNET. — « La lewisite ». (*Gaz de combat*, septembre 1936.)
- ROVIDA G. — « Recherche sperimentali con la lewisite; azione della lewisite sulla pelle umana. » (*Sperimentale Archiv. di biol.*, 83 pp., 115-120, 1929.)
- « Recherche sperimentali con la lewisite, azione della lewisite sulla cute dei vari animali da esperimento. » (*Sperimentale Archiv. di biol.*, 83, pp. 101-113, 1929.)
- « Recherche expérimentale sur la lewisite. Historique ». (*Berichte*, XXXVII, p. 479, 1926.)
- « Léwisite. Action on the human body ». (*Extr. Chem. Abstr.*, t. 20, p. 4857, 1930.)
- SARTORY. — « Chimie des gaz de combat ». (1 vol. Sohn., Edit., Braunschweig, 1925, p. 197.)
- STOLGENBERG. — « Was jeder vom Gaskampf und den chemischen Kampfstoffen wissen sollte ». (Hamburg, 1930, 1 vol.)
- VEDDER. — « The medical aspects of chemical Warfare. » (The Williams et Wilkins et C°, Baltimore, 1925, 1 vol.)
- WARSCHAWSKY. — « Préparation de la lewisite. » (*Jour. Am. Chem. Soc.*, 1935, 57, 2012.)

TABLE DES MATIERES

HISTORIQUE	3
Classification des arsines et notions sur leur composition chimique	7
Mécanisme de l'intoxication	11
Physiologie pathologique des intoxications par arsines.	17
Etude clinique	29
La Léwisite	41
Thérapeutique des intoxications par arsines.....	55
Détection.	57
Traitement prophylactique	65
Traitement curatif	75
BIBLIOGRAPHIE.	99
CONCLUSIONS.	95



IMPRIMERIE SPECIALE
DE
MM. VIGOT Frères



